

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**

**Fakulta strojní**

**Katedra mechanické technologie**



**Řízení údržby v průmyslovém podniku**

***Management of Maintenance in the Industrial Enterprise***

Student:

Bc. Petr Brzuchanski

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Josef Novák, CSc.

Ostrava 2010

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra mechanické technologie

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Petr Brzuchaňski**  
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie  
Téma: **Řízení údržby v průmyslovém podniku**  
**Management of Maintenance in the Industrial Enterprise**

Zásady pro vypracování:

1. Analýza současného systému.
2. Komplexní posouzení funkce současného systému.
3. Návrhy na zdokonalení celkové funkce systému.
4. Návrh na vypracování komplexního systému řízení údržby.
5. Zhodnocení navrženého řešení.

Seznam doporučené odborné literatury:


*Organizace a řízení* [online]. Ostrava (Česká republika): FS Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2008–. [cit. 2008-12-14]. URL: <http://www.fs.vsb.cz/euprojekty/414/organizace-a-rizeni.pdf>  
NOVÁK, Josef. *Datová základna pro údržbu, montáže a další pomocné a obslužné práce: soubor základních technologických postupů*. Ostrava 2004, 266 s.  
HELEBRANT, František. *Technická diagnostika a spolehlivost*. Ostrava 2008. 91 s. ISBN 978-80-248-1690-6.  
HELEBRANT, František. *Konstrukce velkostí a jejich spolehlivost*. Montanex, a.s. 2004, 91 s. ISBN 978-80-7225-149-X.  
TOMEK, Gustav. VÁVROVÁ, Věra. *Řízení výroby*. Grada Publishing, 1999. 439 s. ISBN 80-7169-578-5

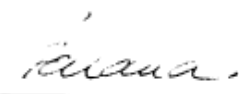
Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Josef Novák, CSc.**

Datum zadání: 18.12.2009

Datum odevzdání: 21.05.2010

  
\_\_\_\_\_  
prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.  
vedoucí katedry

  
\_\_\_\_\_  
prof. Ing. Radim Farana, CSc.  
děkan fakulty

### **Místopřísežné prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě: 10.5.2010

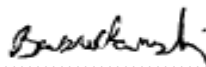
Baudek

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB – TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnou licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 10.5.2010 .....

.....  


podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce:

Petr Brzuchanski

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Staré Město č. p. 118  
73961 Třinec

## ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

BRZUCHANSKI, P. *Řízení údržby v průmyslovém podniku : diplomová práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2010, 97 s. Vedoucí práce: doc. Ing. Josef Novák, CSc.

Diplomová práce se zabývá novými trendy a postupy v péči o investiční majetek průmyslových podniků. Řeší jak tyto nové trendy a postupy zakomponovat do podnikového systému řízení údržby. V úvodu jsou jednotlivé systémy řízení údržby seřazeny podle historického vývoje. Další část se věnuje hodnocení úrovně řízení údržby. Pro nové trendy v řízení údržby jsou popsány způsoby jejich začlenění do systému řízení. Praktická část je věnována modelování systému řízení údržby podle skutečného stavu a zásad TPM (TPM – Total Productive Maintenance) na vybraném technologickém celku (pásový gumový dopravník). Pro toto strojní zařízení jsou navrženy nové prvky při zajišťování provozuschopnosti. Poslední část je věnována metodice posuzování skutečného stavu strojního zařízení.

## ANNOTATION OF MASTER THESIS

BRZUCHANSKI, P. *Management of Maintenance in the Industrial Enterprise : Master Thesis*. Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2010, 97 p. Thesis head: doc. Ing. Josef Novák, CSc.

This thesis deals with new trends and practices in the care of investment property of industrial factory. Solves how these new trends and practices incorporate into the maintenance management system of the company. The introduction describes the various maintenance management systems in order of historical development. Another section is devoted to assessing the level of maintenance management. For new trends in maintenance management are described methods for their incorporation into the management system. The practical part is devoted to modeling maintenance management system according to the actual state and the principles of TPM (TPM - Total Productive Maintenance) on selected technological equipment (rubber conveyor belt). For this machinery are proposed new elements for ensuring uptime. The last part describes the methodology for assessing the actual condition of the machinery.

## Použité značky

TPM	totálně produktivní údržba
PD	pásový dopravník (gumový)
TD	technická diagnostika
PPO	plánované preventivní opravy
DP	diferencovaná péče
IT	informační technologie
IS	informační systém
OS	operativní sklad

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>9</b>
<b>2. TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>10</b>
2.1. VÝZNAM ÚDRŽBY .....	10
2.2. HISTORICKÝ VÝVOJ.....	11
2.3. ŘÍZENÍ PODNIKU .....	16
2.3.1. Systémy řízení, organizace údržby.....	17
2.3.2. Logistika .....	20
2.3.3. Provozní náklady a ekonomika údržby .....	20
2.3.4. Hodnocení účinnosti údržby.....	21
2.3.5. Informační technologie v údržbě.....	23
2.3.6. Nové trendy v řízení údržby.....	27
2.4. TPM (TOTÁLNĚ PRODUKTIVNÍ ÚDRŽBA) .....	29
2.4.1. Vize TPM.....	29
2.4.2. Analýza podniku pro zavádění TPM .....	30
2.4.3. Ucelený audit.....	31
2.4.4. Benchmarking údržby.....	31
2.4.5. Outsourcing údržby .....	33
2.4.6. Třídění norem určených pro hodnocení a řízení údržby .....	33
2.5. ZAVÁDĚNÍ SYSTÉMU TPM .....	35
2.5.1. Nutné podmínky.....	35
2.5.2. Význam technické diagnostiky (TD).....	36
2.5.3. Hodnocení projektu TPM .....	38
<b>3. ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU .....</b>	<b>39</b>
3.1. ZÁKLADNÍ NEDOSTATKY V ÚDRŽBĚ .....	40
<b>4. KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ FUNKCE SOUČASNÉHO STAVU .....</b>	<b>41</b>
<b>5. NÁVRH NA ZDOKONALENÍ CELKOVÉ FUNKCE SYSTÉMU .....</b>	<b>44</b>
<b>6. NÁVRH NA VYPRACOVÁNÍ KOMPLEXNÍHO SYSTÉMU ŘÍZENÍ ÚDRŽBY .....</b>	<b>45</b>
6.1. PÁSOVÝ DOPRAVNÍK – ÚVOD.....	45
6.2. KONCEPCE PRVNÍHO PROJEKTU TPM .....	46
6.3. DATOVÁ ZÁKLADNA .....	47
6.3.1. Princip tvorby.....	48
6.3.2. Struktura informačního systému.....	48
6.4. TECHNICKÁ DIAGNOSTIKA .....	50
6.5. ZAVEDENÍ SYSTÉMU AUTONOMNÍ ÚDRŽBY .....	51



---

6.5.1.	Úvodní čištění.....	51
6.5.2.	Opatření eliminující zdroje znečištění.....	52
6.5.3.	Stanovení a vizualizace standardů pro čištění a mazání.....	53
6.5.4.	Zavedení systému autonomní kontroly.....	57
6.5.5.	Zavedení systému autonomní údržby.....	60
6.6.	REVIZNÍ ČINNOST, PLÁNOVANÁ ÚDRŽBA.....	62
6.6.1.	Revizní činnost.....	62
6.6.2.	Revizní činnost u pásového dopravníku.....	65
6.6.3.	Evidence revizní činnosti.....	65
6.7.	NÁVRHY NA ZMĚNY PŘI ZAJIŠŤOVÁNÍ PROVOZUSCHOPNOSTI.....	67
6.7.1.	Snížení vlivu operátora při zajišťování provozuschopnosti.....	68
6.7.2.	Náhrada subjektivní revize revizi objektivní.....	72
6.7.3.	Optimalizace prvků PD.....	73
6.7.4.	Identifikace prvků pásového dopravníku.....	75
6.7.5.	Outsourcing.....	76
6.8.	TVORBA PRACOVNÍCH POSTUPŮ, REVIZNÍCH POSTUPŮ.....	77
6.8.1.	Metodika revizí ochranných nátěrů a navrhování údržbových nátěrů.....	77
6.9.	HODNOCENÍ A ANALÝZY KRITICKÝCH MÍST ÚVODNÍHO PROJEKTU TPM.....	89
7.	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>90</b>
8.	<b>PŘÍLOHY.....</b>	<b>92</b>
9.	<b>SEZNAM POUŽITÝCH PRAMENŮ.....</b>	<b>93</b>

## 1. Úvod

Neustálý konkurenční boj výrobců a stoupající nároky spotřebitelů nutí podniky na dané potřeby a požadavky reagovat. Podnik, pokud chce obstát, musí reagovat dynamicky na změny trhu. Změny, které ovlivňují podnikání, přicházejí stále rychleji, a proto je žádoucí stejně rychle na tyto změny reagovat. Trh si žádá stále nové, dokonalejší, bezpečnější, složitější, modifikovanější a levnější výrobky. Snahou výrobců je těmto požadavkům vyhovět a nabídnout spotřebiteli výrobek, který konkurenci vyřadí, popřípadě konkurenci znevýhodní.

Prostředků, jak toho dosáhnout, je mnoho. Záleží na každém, zda využije všech dostupných možností. Pokud chce podnik v konkurenčním boji uspět, musí do podnikového systému začlenit nové metody řízení, technologie a poznatky v péči o výrobní i nevýrobní prostředky. Musí změnit myšlení zaměstnanců, kteří se mnohdy brání všemu novému, neznámému. Vznikají poradenské firmy, které mají zkušené odborníky, specialisty na danou problematiku. Vznikají nové studijní obory, které jsou zaměřené na řešení současných problémů průmyslových podniků a na udržení kroku s konkurencí.

Výrobní a technologické možnosti se blíží ke svému teoretickému maximu, proto hledají podniky jiné způsoby, jak snížit výrobní náklady. Jedním ze způsobů, jak snížit výrobní náklady, je zredukovat provozní náklady způsobem, který je někdy dost opomíjen. Touto opomíjenou problematikou je problematika údržby a její systém řízení, a také uvědomění si jejího významu v podniku. Dnešní pohled na péči o výrobní i nevýrobní prostředky musí vycházet ze současných technických možností. Využívání informačních systémů, diagnostických systémů a dalších prostředků, které zajistí, že systém údržby bude splňovat technické i ekonomické požadavky. Půjde o zajištění tzv. **technicko-ekonomického optima**.

## 2. Teoretická část

### 2.1. Význam údržby

Každá složka výrobního podniku má své poslání. Hlavním posláním údržby je zajišťovat provozuschopnost všech udržovaných objektů podle stanovených pravidel, která se řídí zejména požadavky výroby. Zajištění provozuschopnosti je finálním výstupem činnosti údržby. Aby byla možnost zajistit požadovanou kvalitu výstupu, je potřeba zajistit několik vstupů. Mezi základní vstupy patří:

- udržování
- plánování
- zajištění a péče o náhradní díly
- provádění oprav a přípravné práce
- inspekční činnost
- technická diagnostika
- vytváření postupů, návodů, jejich racionalizace
- efektivní využívání pracovníků údržby
- efektivní využívání technické podpory
- péče o technickou dokumentaci, jejich aktualizaci, digitalizaci
- eliminaci bezpečnostních rizik a vzniku havárií
- odstraňování důsledků opotřebení a provozních vlivů
- omezování negativního působení okolního prostředí
- omezení vzniku poruch předvídaných i nepředvídaných

Zároveň je povinností údržby všechny své činnosti vylepšovat, zdokonalovat a využívat nejnovějších poznatků vědy a techniky. Všechny uvedené činnosti lze považovat za systémově procesní činnost zajišťující provozuschopnost a provozní spolehlivost.

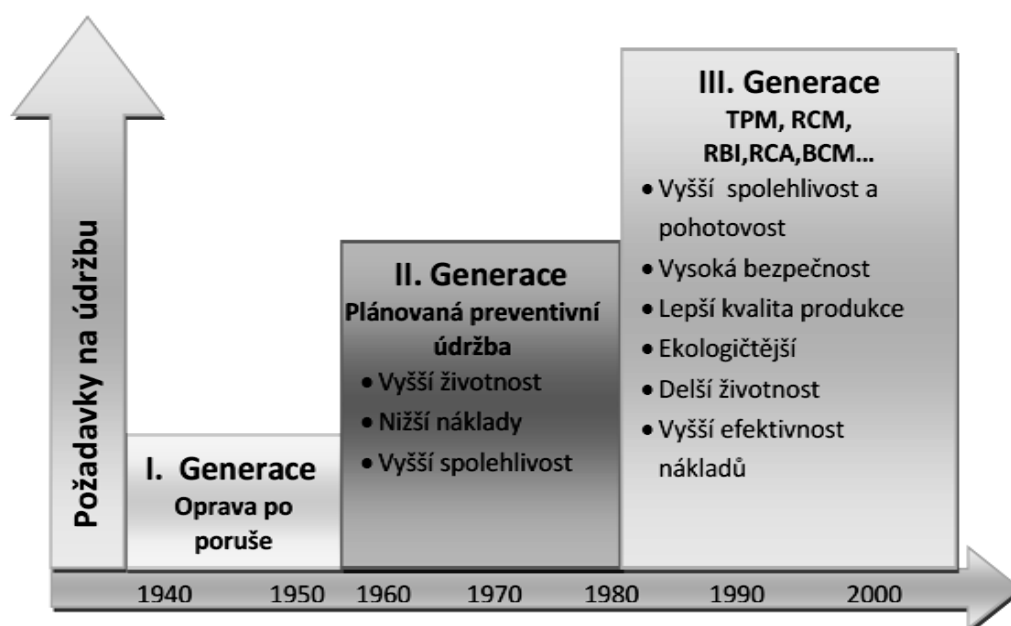
Důvody, proč je třeba údržbářskou činnost neustále zdokonalovat, optimalizovat a racionalizovat, jsou náklady na údržbu. Tyto náklady mohou činit i několik desítek procent celkových nákladů podniku, zejména v podniku, který se problematice řízení údržby nevěnuje. Význam údržby vyjadřuje také vysoký podíl zaměstnanců věnujících se

této činnosti. Údržba je nedílnou součástí výrobního procesu a její činnost je proto třeba jasně formulovat, modelovat, vylepšovat a hodnotit podle měřitelných veličin. Není správné vycházet z jednoho univerzálního modelového systému řízení údržby, ale posuzovat konkrétní situace individuálně.

## 2.2. Historický vývoj

Údržba, stejně jako ostatní složky průmyslového podniku, prochází určitými vývojovými stupni. Neustále se vyvíjí jak její organizační struktura, tak požadavky na ní samotnou. Myšlení celé společnosti je ovlivněno historickými událostmi a potřebami dané doby. Údržba při svém vývoji také na tyto historické události a momentální potřeby společnosti reaguje a přizpůsobuje se jim. Účelem údržby je udržovat základní prostředky ve stavu provozuschopnosti. Činnost údržby je velice různorodá. Různorodost činností údržby je popsána v kap. 2.1. I když se činnosti údržby opakují, tato opakovatelnost není časově pravidelná. Každý údržbářský výkon, který byl proveden v minulosti, může být návodem pro lepší výkon budoucí.

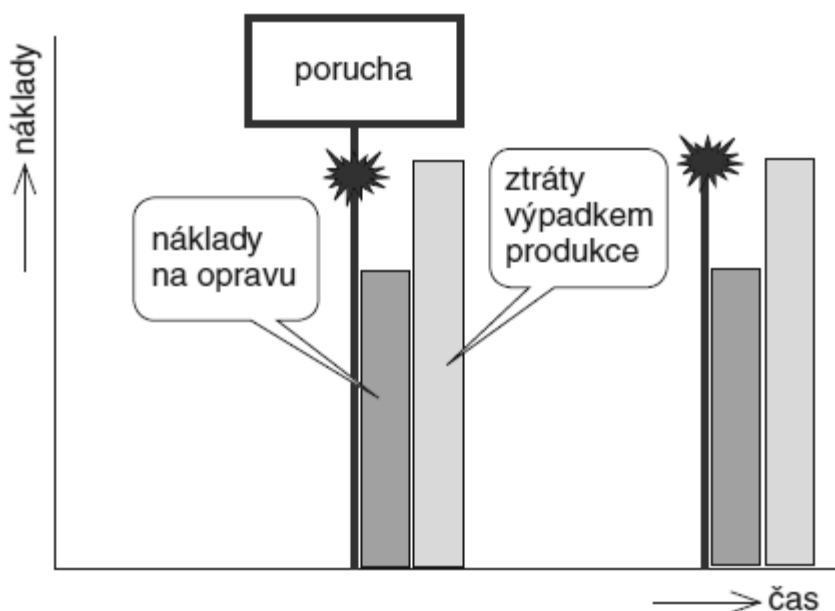
Pro hodnocení účinnosti údržby je třeba systém rozdělit do samostatných bloků, do tzv. systémů údržby. Charakteristické pro jednotlivé systémy údržby je jejich historický význam. Jeden z pohledů vývojových stupňů řízení údržby je uveden v literatuře [5].



Obrázek 1 Historický vývoj systémů údržby [5]

### Systém údržby po poruše

Na systém údržby se klade malý nebo žádný důraz. Náklady na údržbu jsou minimální, ale náklady na odstranění poruchy mohou být značné. V současné době je výpadek ve výrobním procesu nežádoucí, proto je tento systém nevyhovující. Mezi hlavní nedostatky tohoto systému je neschopnost plánování, neschopnost prognózy blížících se poruch a určení jejich závažnosti a rozsahu, neschopnost přesně určit výši nákladů na zajištění provozuschopnosti a v neposlední řadě nutnost disponovat potřebným množstvím náhradních dílů a pracovních sil. Systém údržby po poruše odstraní pouze vzniklou poruchu. Neodstraní příčiny poruchy.



Obrázek 2 Systém údržby po poruše [6]

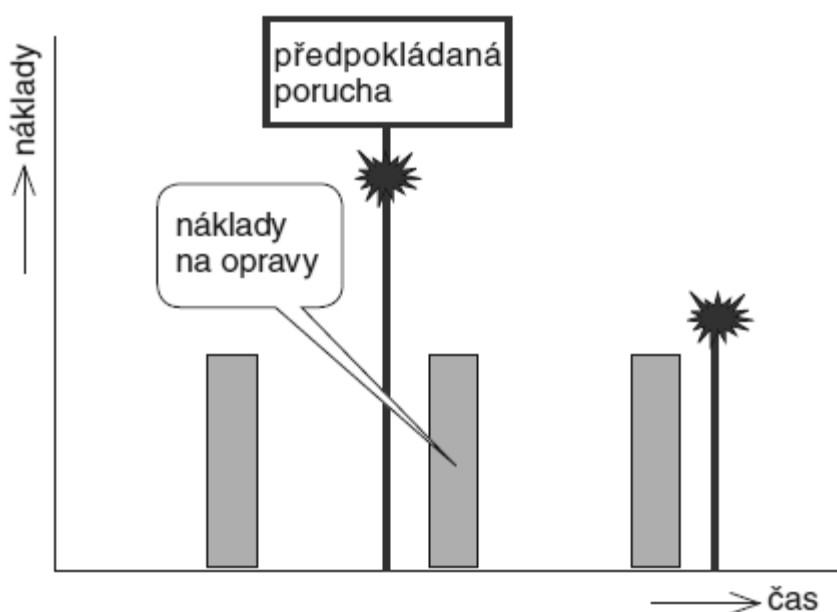
### Systém plánovaných preventivních oprav (PPO)

Charakteristika systému PPO je patrna už z názvu. Systém se snaží předejít poruchám. Pro plánování je potřeba mít požadované informace, které se získávají:

- sledováním objektů
- znalostmi teoretické životnosti
- revizemi objektů
- odhadem skutečného stavu (na základě zkušeností)

Nevýhodou systému PPO je, jestliže se tento systém nenavrhne správně (opravy jsou prováděny moc brzo nebo moc pozdě), zvyšují se náklady na údržbu. Výhodou je plánování rozsahu prací, které jsou prováděny v pravidelných časových intervalech. Snížení počtu poruch nebo jejich úplné eliminaci.

Je zřejmé, že ani tento systém není optimální. Tento systém lze ale kombinovat s jinými systémy údržby a významně tak zvýšit jeho efektivitu. Systém PPO není nutné považovat za špatný, zejména v případech, kdy jsou náklady spojené s preventivní údržbou nižší než např. náklady na pořízení a provoz technické diagnostiky.



Obrázek 3 Systém preventivní údržby [6]

#### Systém diferencované péče (DP)

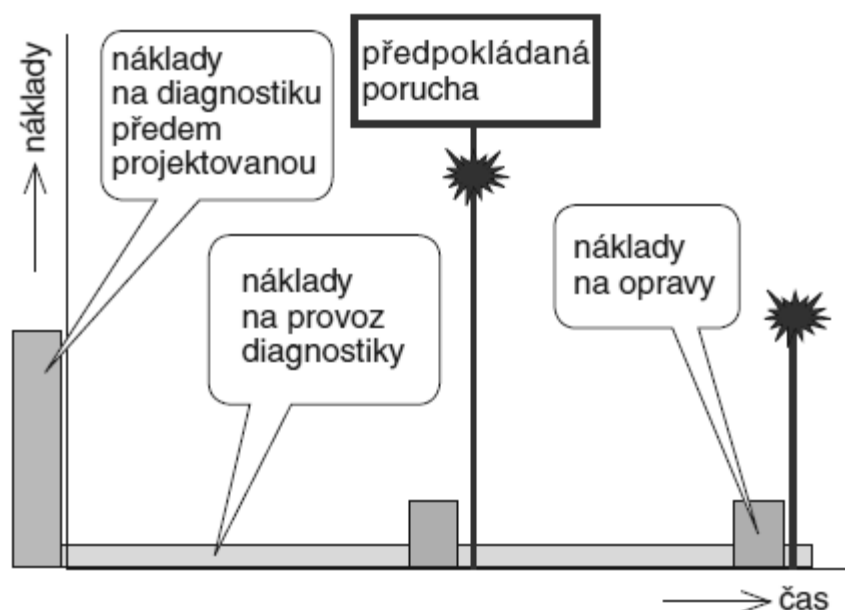
Systém DP oprav vyjadřuje nový systémový přístup k péči o objekty. Charakteristické pro DP je rozdělení základních objektů v rámci definovaného celku (provoz, podnik, ...) do několika skupin, kde je pro každou skupinu navržen vhodný systém péče a údržby na základě individuálních požadavků. Systém DP vychází z předpokladu že, každý objekt vyžaduje jiný systém péče a utváří se na základě místních potřeb. V první fázi tvorby DP se stanoví:

- stupeň složitosti
- stupeň technické úrovně

- technický stav
- místní ukazatele (rozsah a náročnost prací, četnost prací, ...)

### Systém diagnostické údržby

Svým charakterem lze tento systém zařadit do třetí generační úrovně údržby. Je prvním systémem, který respektuje skutečný stav objektu díky metodám technické diagnostiky. Výhodou tohoto systému je možnost posuzování technického stavu objektu pomocí bezdemontážních a nedestruktivních metod. Technická diagnostika sleduje stav objektů během jejich provozu. Měření jsou prováděna v časových cyklech podle konkrétních potřeb. Nespornou výhodou je, že měřicí zařízení nemusí být trvale umístěna na sledovaném objektu. Nevýhodou můžou být pořizovací náklady. Nutná je dokonalá znalost předchozího stavu, očekávaného stavu a neefektivnost při nevhodně navrženém diagnostickém systému. Metody technické diagnostiky budou popsány v kap. 2.5.2.



Obrázek 4 Systém diagnostické údržby [6]

### Systém prognostické údržby

V zásadě se jedná o pokračování a návaznost na systém předchozí. Hodnoty získané pomocí technické diagnostiky jsou vhodným způsobem zpracovány. Výsledkem je systém trendů a z nich určená prognóza (předpověď) budoucího stavu. Požadavkem správné

prognózy je znalost plánované výroby (plánované počty vyrobených kusu na daném objektu, ...). Systém umožňuje zdokonalit a sladit řízení údržby s plánem výroby, optimálně plánovat odstávky a zcela vyloučit omezení výroby z důvodů poruchy.

### **Systém proaktivní údržby**

Tento systém údržby přináší nový pohled do řízení údržby. Systém již využívá systémy zmíněné výše a zároveň sleduje, monitoruje, analyzuje a zejména odstraňuje prvotní příčiny možných poruch. Systém se také zabývá touto problematikou již při samotném návrhu objektu. Nový objekt má např. neprojektovaná místa pro instalaci diagnostických snímačů. Výhoda systému spočívá zejména v prodlužování životnosti jednotlivých objektů, snížení nákladů na montáž diagnostického zařízení a eliminaci problémů s tím spojené.

### **Pomocné moduly využívané při údržbě**

Jako pomocný systém lze považovat informační systém. Různých verzí informačního systému používaného v údržbě je celá řada a jsou neustále vylepšovány, upravovány a rozšiřovány. Problematicou informačních systémů používaných v údržbě se budeme věnovat v samostatné kap. 2.3.5. Dalším pomocným modulem je systém inovačních a podpůrných činností. Mezi tyto činnosti patří opatření směřující k zlepšení (vylepšení) konstrukčních prvků objektů tak, aby bylo provádění opravárenských činností snazší, rychlejší a bezpečnější. Podpůrné činnosti řeší zejména nedostatky konstrukčního charakteru (absence pracovních plošin, manipulačních a zvedacích prostředků, ...).

### **Systém totálně produktivní údržby (TPM)**

Tato metoda řízení údržby je v současné době vrcholem při řízení údržby. Metoda vznikla v Japonsku jako obdoba TQM – Totální péče o jakost. Metoda využívá všechny poznatky získané při zajišťování bezporuchového a provozuschopného stavu objektů. Systém byl poprvé využíván v podnicích s hromadným charakterem výroby (automobilový průmysl, ...). V České republice byl systém TPM poprvé zaváděn ve Škodě Auto a.s. Přední české firmy na nový trend v řízení údržby velice rychle zareagovaly a postupně TPM zavádějí. Vznikla celá řada poradenských firem a TPM se dostává i do řízení údržby



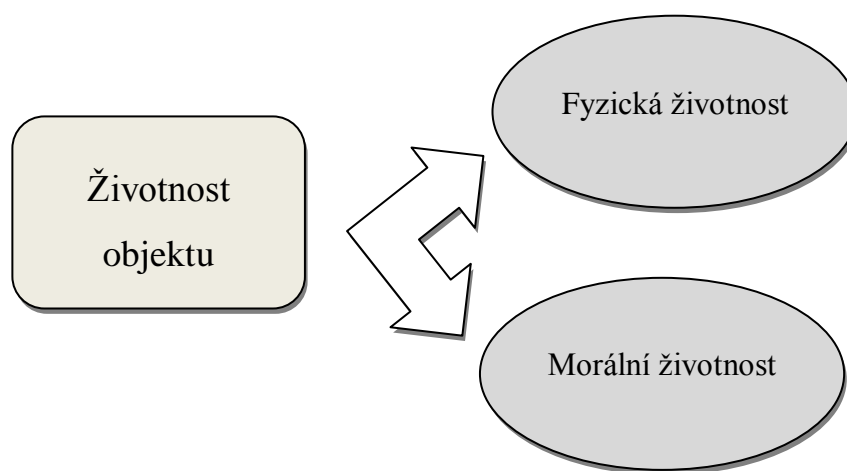
malých firem. Systém TPM a zejména jeho zavádění do praxe je stěžejním tématem této diplomové práce a systému TPM se budeme podrobněji věnovat v dalších kapitolách.

### 2.3. Řízení podniku

Řízení podniku znamená účelné a funkční propojení manažerských oblastí:

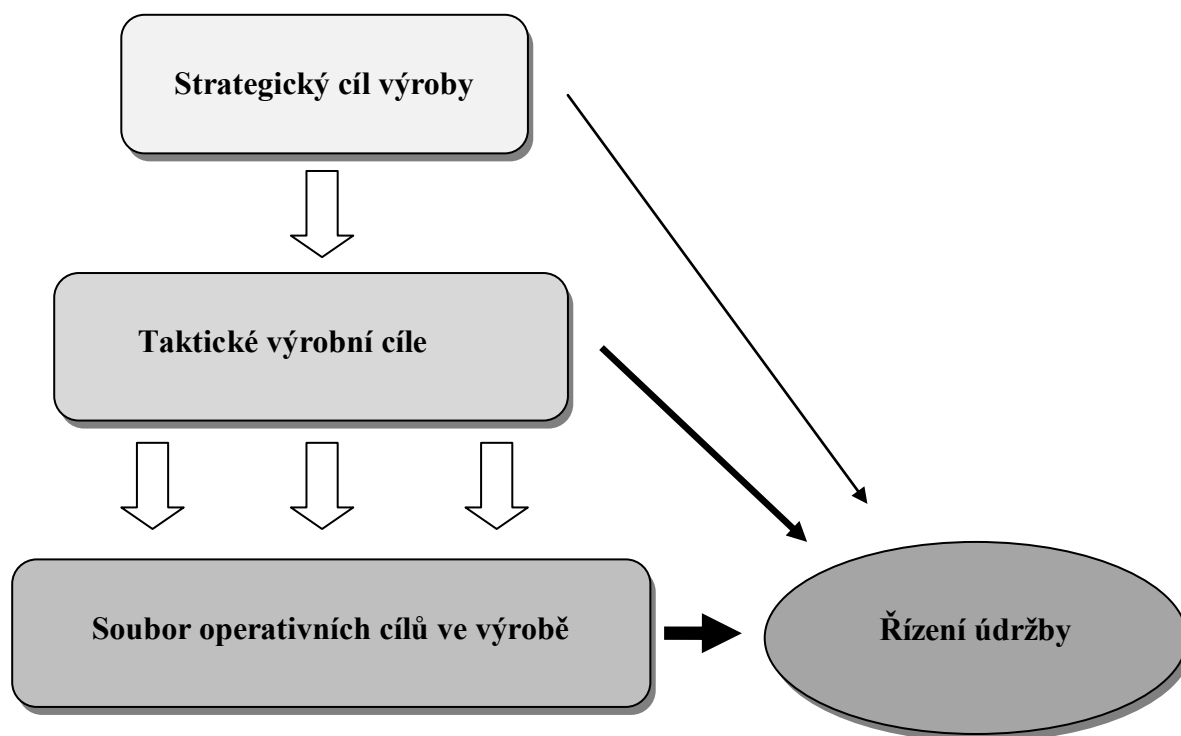
**finance, marketing a výroby.**

Tyto tři oblasti přispívají k splnění požadovaného záměru, každý svým specifickým způsobem. Řízení údržby je s celkovým modelem řízením podniku úzce spjato. Vychází z jeho strategie zejména v oblasti řízení kvality. Údržbové činnosti podniku směřují k zajištění vysoké tržní hodnoty majetku. Mezi tyto činnosti patří správa budov a pozemků a zejména technická údržba a opravy výrobního zařízení. Všechny požadavky na údržbu (ale nejen na ní) se odvíjí od prognózy budoucí poptávky. Tyto prognózy jsou důležité zejména při plánování oprav většího rozsahu (střední opravy, generální opravy). Každý objekt má svou skutečnou dobu životnosti a tato doba má v optimálním případě končit požadavkem jeho provozu [4].



**Obrázek 5 Životnost objektu**

Nejvýznamnější údržba spolupracuje s manažerskou oblastí nazývanou „řízení výroby“. Intenzita toku informací a intenzita spolupráce je dána důležitostí těchto informací. Mezi hlavní cíle této spolupráce patří udržování a opravy výrobních i nevýrobních jednotek tak, aby zakázky byly realizované včas a spolehlivě, včetně ochrany životního prostředí a majetku firmy [3].



Obrázek 6 Schéma toku informací a jejich intenzita

### 2.3.1. Systémy řízení, organizace údržby

K tomu, aby byly údržbářské činnosti prováděny účelně, je potřeba mít vytvořenou vhodnou organizační strukturu a požadavek stanovení optimální dělby práce.

#### Organizační stupňování

Jednostupňová organizace – jedná se o organizační strukturu, při které je v podniku jen jeden útvar údržby, který zajišťuje údržbu. Údržba postrádá i profesní dělení (strojní, elektro, stavební, specializované). Tento systém se využívá při řízení malých firem.

Dvoustupňová organizace – prvním stupněm lze vyjádřit centrální útvar údržby. Druhý stupeň zaujímá provozní údržba. Centrální údržba zajišťuje speciální údržbářskou činnost. Provozní údržba zajišťuje provozní každodenní činnost a drobné opravy. Systém vyžaduje centrální plánování tak, aby byly uspokojeny potřeby všech provozů, a aby nedocházelo k časovým a pracovním kolizím.

Třístupňová organizace – první stupeň zaujímá centrální útvar údržby. Do druhého organizačního stupně patří závodní údržba. Místní údržba spadá pod třetí organizační stupeň. Řízení probíhá obdobně jako u dvoustupňové organizace. Systém je charakteristický pro velké podniky [24].

### **Organizační podřízenost [24]**

Centralizovaná údržba – systém řízení údržby, kde jsou všechny úkony prováděné v rámci údržby řízeny z jednoho centrálního místa. Veškeré rozhodnutí a příkazy jsou podřízeny hlavnímu mechanikovi. Pokud je zřízeno detašované pracoviště údržby pro konkrétní úsek, který má svou organizační agendu, detašované pracoviště organizačně spadá pod centralizovanou údržbu. (Tento jev je charakteristický pro hutě. Provozní údržba sídlí v prostorách výrobního provozu. Organizačně spadá pod hlavního mechanika).

Výhody:

- odpovědnost jednoho vedoucího za činnost údržby
- lepší využití strojního zařízení, pracovníků
- nedochází k paralelním činnostem

Decentralizovaná údržba – všechny činnosti údržby v podniku nejsou organizačně podřízeny jedinému vedoucímu. Útvar údržby je rozdělen na několik částí. Provozní údržba má svou organizační strukturu začleněnou do jednotlivých výrobních provozů. Ústřední údržba má svou organizační strukturu a provádí práce nad rámec možností provozních útvarů. Jedná se o údržbu v rámci celého podniku.

Výhody:

- lepší pochopení potřeb provozu
- lepší průhlednost údržbářských činností
- část prací přechází na operátory (seřízení, čištění, ...)
- lepší komunikace mezi údržbou a provozem

Kombinovaná údržba – organizační struktura, která kombinuje výhody centralizované a decentralizované údržby. Některé útvary (např. útvar technické diagnostiky, útvar mechanických dílen, ...) mají organizační strukturu centralizovanou. Útvary, jako např.

strojní údržba, spadají organizačně pod jednotlivé výrobní útvary. I když jsou některé složky údržby decentralizované, musí být zřízen útvar zajišťující speciální práce v rámci celého podniku (např. zámečnické dílny).

### **Stanovení náplně práce**

Pracovní náplň je rozdělována tak, aby jednotlivé činnosti, pravomoci a zodpovědnost odpovídaly odbornosti a kvalifikaci pracovníků v dané funkci. Dalším kritériem pro určování pracovní náplně je rovnoměrně rozložena dělba práce. Tato kritéria nejsou určena pouze pro stanovení náplně práce jednotlivých pracovníků, ale i pro stanovení náplně práce mezi jednotlivé odbory (odbor ekonomiky, odbor strojní údržby, odbor inspekce, ...).

### **Volba organizace údržby**

Pro správnou volbu organizační struktury údržby v podniku jsou důležité zejména:

Stáří podniku – u nového podniku lze navrhnout údržbu (zejména ve fázi projektování) dle požadavku investora a na základě podrobných rozborů budoucích požadavků na údržbu. U podniku, který je starší (organizační struktura je zaběhnutá, ale vykazuje určité nedostatky), znamená každá organizační změna určité riziko. Rozsah organizačních změn musí tuto skutečnost zohledňovat. Nejlepší způsob je vycházet ze zkušeností úspěšných podniků, které těmito strukturními a organizačními změnami prošly, a zároveň se jim tyto změny osvědčily.

Charakter podniku a jeho velikost – dle velikosti podniku, nebo různorodosti výrobního sortimentu se volí počet stupňů organizace.

Územní rozmístění a umístění dopravních cest – pokud se podnik nachází na rozlehlější ploše a vzdálenosti mezi jednotlivými útvary jsou delší, je výhodnější zvolit decentralizovanou organizační strukturu. Podnik, který zaujímá menší prostor, a dopravní cesty jsou kratší, je výhodnější zvolit centralizovanou organizační strukturu.

Potřeba specializovaných jednotek údržby – některé údržbářské činnosti jsou prováděny v prostorách provozu z důvodů např. rozměrů, hmotnosti, ... Vzniká tím potřeba zvýšeného počtu údržbářů přímo na provozu. Některé opravy vyžadují transport

např. do mechanických dílen. Zvyšuje se potřeba speciálních pracovišť. Při volbě organizační struktury musí být tyto specifikace zohledněny.

### **2.3.2. Logistika**

Problematika volby optimálního a správného rozhodnutí v oblasti logistiky patří k nejtěžším a platí to i v oblasti řízení údržby. Určení optimální skladby a množství zásob určených pro údržbu patří k úkolům složitým a je ovlivněno mnoha faktory. Mezi hlavní faktory patří:

- dodací lhůty
- tok materiálu
- dodací kvalita
- cena
- volba dodavatele
- strategie zásob (krátkodobá, dlouhodobá)
- potřeby odběratelů

Do oblasti logistiky patří mimo logistiku v zásobování i logistika v toku a zpracovávání informací.

Z pohledu skladů pro potřeby údržby (sklad náhradních dílů a spotřebního materiálu) je nejdůležitější operativní sklad (OS). Operativní sklad je situován v místě údržby. Potřeby údržby kladou na operativní sklad své prvotní požadavky. OS má nejlepší znalost potřeb údržby, organizační strukturu údržby, požadavky na jakost i množství. Požadavky údržby (informační tok) je přes OS směřován na další subjekty. OS stanovuje zásobovací modely, určuje zásobovací strategii, určuje velikost zásob, určuje cyklus dodávek, kontroluje jakost dodávek, realizuje požadavky na materiál, uskládňuje materiál a kontroluje stav zásob. Všechny tyto činnosti provádí v přímé vazbě na řízení v údržbě a na její potřeby.

### **2.3.3. Provozní náklady a ekonomika údržby**

Údržba, stejně jako ostatní složky podniků, může spotřebovat pouze finanční prostředky svého rozpočtu, který je obvykle pevně dán. Snahou údržby je tyto prostředky

vynaložit účelně a dosáhnout tak **technicko-ekonomického optima**. Při řešení ekonomiky údržby je prvotním požadavkem vynakládání prostředků na zajištění provozuschopnosti výrobních objektů, zároveň s požadavkem hospodárného nakládání prostředků určených pro potřeby údržby. Hlavním posláním údržby je zajistit plnění výrobních úkolů (zajistit provozuschopnosti výrobního zařízení).

Účelnost vynaložených nákladů lze vyjádřit jako:

$$R_u = \frac{NU}{V}$$

kde  $R_u$  - je rentabilita údržby

$NU$  - náklady na údržbu

$V$  - objem produkce

Ve vztahu k výrobě je vhodnější interpretace obecného vztahu:

$$R_{u-SaZ} = \frac{NU_{SaZ}}{UVV}$$

kde  $R_{u-SaZ}$  - je rentabilita údržby

$NU_{SaZ}$  - náklady na údržbu výrobních strojů a zařízení

$V$  - upravené vlastní výkony sledované organizační jednotky

Jedná se o základní vyjádření účelnosti údržby a jejich výpočet je nenáročný na informační základnu a má dostatečnou vypovídací schopnost [7].

#### 2.3.4. Hodnocení účinnosti údržby

##### Ukazatele spolehlivosti

Ukazatel, který číselně hodnotí jednu nebo několik vlastností, jež společně vytváří charakteristiku pojmenovanou jako spolehlivost. Pro určení ukazatele spolehlivosti musí být stanoveny konkrétní posuzované hodnoty. Spolehlivost může být stanovena dle jednoho ukazatele nebo podle několik ukazatelů (tzv. komplexní ukazatel).

**Ukazatele bezporuchovosti** patří mezi nejdůležitější ukazatele spolehlivosti. Ukazatel bezporuchového stavu vyjadřuje dobu, po kterou na daném stroji nevznikne porucha:

$$\text{Pravděpodobnost bezporuchového provozu} = \frac{\text{Počet neporušených strojů}}{\text{Počet všech strojů}}$$

Pravděpodobnost poruchy určuje, jak velká je pravděpodobnost vzniku poruchy:

$$\text{Pravděpodobnost vzniku poruchy} = \frac{\text{Počet porušených strojů}}{\text{Počet všech strojů}}$$

**Ukazatele udržovatelnosti** vyjadřují u preventivní údržby prostoje předem naplánované, při údržbě po poruše jde o náhodné přerušení provozu stroje v důsledku poruchy. Mezi hlavní ukazatele patří pravděpodobnost obnovení provozuschopnosti, intenzita obnovení provozuschopnosti, střední operativní doba trvání údržby nebo opravy a střední doba poruchového prostoje. Nejvýznamnější je ukazatel pravděpodobnosti obnovení provozuschopnosti, který vyjadřuje pravděpodobnost, že doba obnovy provozuschopnosti po poruše nebo doba plánované opravy nepřekročí stanovenou dobu.

Kritéria pro volbu ukazatelů spolehlivosti každého hodnoceného stroje jsou:

- a) obnovovatelnost
- b) časový fond stroje
- c) význam poruchy
- d) důvody odstávky

Ad a) Obnovovatelnost dělíme do tří skupin. První skupina jsou stroje, které nejsou obnovovány (válivá ložiska, řetězy, ventily, ...). Do druhé skupiny patří stroje se samostatnou funkcí. Obnova těchto strojů je zajišťována specializovanými pracovišti (čerpadla, elektromotor, ...). Do třetí skupiny strojů patří stroje obnovovatelné (třídíč, válcovací stolice, mostový jeřáb, ...).

Ad b) Časový fond stroje vyjadřuje souhrn časů stroje jako je doba čekání, doba činností apod. Časový fond stroje charakterizuje i druhy časového režimu stroje (nepřetržitý, směnný, cyklický, obecný).

Ad c) Význam poruchy lze definovat jako stupeň nebezpečnosti vzniku poruchy, velikosti poruchy a míry následků. Do první skupiny patří ohrožení bezpečnosti lidí. V druhé skupině jsou poruchy s velkou materiální škodou. Ve třetí skupině jsou poruchy běžné.

Ad d) Rozeznáváme odstávky plánované a neplánované. Odstávky neplánované jsou vždy nežádoucí.

### **2.3.5. Informační technologie v údržbě**

Informační technologie (IT) patří do skupiny prostředků, které mají v řízení údržby své nezastupitelné místo. Největšího rozmachu se IT dostalo v posledních letech. Zejména dostupností výpočetní techniky a technickými možnostmi v oblasti elektroniky, elektrotechniky a výpočetní techniky. S rostoucí složitostí v řízení údržby a nejen údržby, která už převyšuje hranice lidských možností je začlenění IT do řízení tou správnou volbou. K efektivnímu řízení je třeba stále více informací, které je třeba zpracovávat nejlépe v reálném čase a IT jsou schopné tyto informace v reálném čase zpracovávat a zároveň převádět do požadovaného výstupu (výstupem je např. graf na monitoru, opatření optimalizující monitorovaný proces, ...). Mezi hlavní výhody IT patří:

- eliminace havárií
- optimalizace skladových zásob
- evidence strojního zařízení
- prognózy budoucích potřeb náhradních dílů, pracovníků, časů odstávek, apod.
- snížení ztrát výroby
- rozhodovací možnost s nabízených variant (systém poradenství IT systému)
- redukce ztrát majetku
- možnost tvorby různých databází a jejich provázanost
- systémový přístup
- kompatibilita s jinými podnikovými IT

S rozvojem IT, jejich rozšiřováním a modernizací se IT člení do jednotlivých modulů.

CMMS – Počítačový systém řízení údržby

CAMS – Počítačově podporované systémy řízení údržby

EAM – Systém pro zprávu podnikového majetku



K tomu, aby IT systém využívaný k řízení údržby mohl optimálně pracovat, musí tvůrce IT respektovat hlavní zásady. Musí zahrnout do IT všechny činnosti údržby a návazné činnosti (nákup, sklad, apod.) a musí respektovat charakter řízených činností, rozsah činností, organizační strukturu, strojní vybavenost, profesní připravenost, dispoziční rozmístění výrobního zařízení, stáří zařízení, apod.

Mezi základní moduly IT pro řízení údržby patří [8]:

- modul informační systém údržbáře (náhradní díly, výkresová dokumentace apod.)
- modul plánování a řízení oprav
- modul výkaz činností údržby
- modul karta oprav strojů a zařízení
- modul zabezpečení oprav náhradními systémy
- modul evidence a ekonomika
- modul technická diagnostika, kontrolně inspekční a revizní činnost

a dva vnější podpůrné moduly

- modul materiálně-technické zásobování
- modul investiční činnost

IT je celá řada. Mezi nejpropracovanější IT vytvořené pro řízení údržby v reálném čase patří – API PRO (SKF), MARLIN (SKF), SAP R/3 PM (SAP ČR), BAAN-IV (OR CSI), MAXIMO (IBM), OLM (SIMENS), IFS ÚDRŽBA (IFS), SOLVER, KAPPLAN, INFO DYP, CONDATA [5].

### **Možnosti IT MAXIMO (celkový přehled funkcí jednotlivých modulů) [9]**

#### **Diagnostika**

IT MAXIMO monitoruje zařízení, související náklady, jeho historii a poruchy a u výměnného zařízení jeho pohyb v podniku nebo v rámci budovy. Využívá databáze majetku, aby určil vztahy mezi konkrétním zařízením, jeho fyzickým umístěním a systémy, do kterých může být začleněno. Umí vytvářet hierarchie, které identifikují provozní lokality jako části více systémů. Analyzuje náklady na údržbu v systémech, subsystémech a lokalitách. Vytváří hierarchie kódů poruch, aby zaznamenal problémy zařízení

pro následnou analýzu. Na základě identifikace měřicích míst a diagnostických měření, provádí analýzu trendů poruch. Přiřazuje sklady, opravářské dílny a dodavatele jako záznamy lokalit, aby umožnil plynule sledovat pohyb zařízení. Analyzuje možná rizika poruchy na základě umístění zařízení a možných vlivů na systém, ke kterému je zařízení přiřazeno. Automaticky vytváří pracovní příkaz na základě zadaných atributů.

### **Statistika**

Ukazuje podrobné informace o plánování (pracovní plán), rozpisy, náklady, pracovníky, materiály, zařízení, analýzu poruch a související dokumentaci. Vkládá jednoduché nebo podrobné každodenní požadavky na údržbu. Zaznamenává práci údržby a uzavírá pracovní příkazy z údržbářských dílen v aplikaci. Rozepisuje pracovní příkazy v závislosti na aktuální naléhavosti a dostupnosti náhradních dílů a materiálů. Definuje posloupnost práce pro více zařízení podle lokalit nebo zařízení. Porovnává aktuální nebo plánované limity na údržbu proti skutečným nákladům a historickým údajům. Sleduje, zda bude včas odstaveno zařízení pro údržbu.

### **Inspekční prohlídky**

Definuje plán a rozpis inspekčních prohlídek. Zaznamenává informace z inspekčních prohlídek, a tím umožňuje zákonem vyžadovanou kontrolu. Analyzuje údaje z inspekční prohlídky pro podporu prediktivní údržby.

### **Preventivní údržba**

Vytváří jednotlivě, dávkově nebo automaticky pracovní příkazy preventivní údržby. Vytváří sezónní pracovní příkazy preventivní údržby pro plánované odstávky. Vytváří posloupnost více pracovních postupů a slučuje více postupů v jednom plánu. Sdružuje pracovní příkazy, aby se využilo neplánovaných prostojů. Respektuje strategický, taktický i operativní plán při plánování preventivních oprav.

### **Pracovníci**

Shromažďuje informace o pracovnících, profesích nebo dodavatelích. Udrží osobní záznamy přítomnosti každého pracovníka, údaje o dovolených, nemocech a nepracovních časech; sleduje historii přesčasových hodin a individuální hodinové sazby. Vytváří

záznamy profesí včetně normálních a přesčasových sazeb. Přiřazuje záznamy pracovníků k profesím. Hlásí skutečně odpracované hodiny na pracovní příkazy.

### **Kalendář**

Vytváří rozpis pro záznamy zařízení, profesí a pracovníků. Ukazuje kalendář od počátečního data do konce s uvedením směn, svátků, dovolených a fond pracovní doby. Připojuje kalendář k záznamům pracovníků a profesí pro plánování práce na základě dostupnosti zařízení a pracovníků.

### **Pracovní postupy**

Sleduje náklady podle operací nebo pracovních postupů. Spojuje pracovní postupy podle posloupnosti, každý přitom obsahuje plány materiálu, pracovníků a náradí. Kopíruje pracovní postupy pro provádění změn.

### **Nákup**

Vytváří poptávky pro více dodavatelů na materiál a služby. Vytváří požadavky, objednávky nebo objednávky na materiál a služby. Vytváří požadavky na objednávky. Může automaticky vytvářet objednávky z požadavků na objednávky. Ukládá standardní návody a popisy pro použití v požadavcích, objednávkách nebo fakturách. Vytváří dohodu o ceně jako součást dlouhodobé paušální objednávky. Vytváří speciální objednávky vložením popisu položky, která není v databance skladu. Užívá přímý nákup pro objednání a výdej dílů a služeb přímo na pracovní příkaz nebo na číslo účtu. Analyzuje činnost dodavatelů při objednávání dílů. Optimalizuje efektivnost nákupu pomocí elektronického obchodu.

### **Sklady**

Umožňuje definovat vlastnosti uskladněných položek a má schopnost vyhledávat podle vlastností položky, zařízení a lokality. Sleduje skladované a neskladované položky ve více skladech. Sleduje položky, ceny a stavy podle regálů, sérií a skladů. Doplnuje sklady od dodavatelů, z centrálního skladu nebo z jiných skladů, přičemž sleduje pokles pod minimální stav. Automaticky objednává položky podle životnosti. Sleduje tři druhy cen,  
průměrnou

a uživatelem definovanou standardní cenu. Automaticky objednává materiály pomocí uživatelem definovaných algoritmů množství ekonomické objednávky, bodu objednání a bezpečnostní zásoby. Sleduje dostupnost požadovaného materiálu nejprve v interních skladech, a pak je vyhledává pomocí samoobslužných aplikací. Umožňuje přístup k informacím o dostupnosti položek a budoucí spotřebě materiálu. Vytváří dočasné uložení pro sledování odpovědnosti za přepravu. Identifikuje položky, které nejsou k dispozici nebo nabízí jako náhradu zaměnitelné díly, další dodavatele a možnost sledování umístění zaměnitelných položek. Zobrazuje všechna zařízení, na kterých je daný díl použit.

### **Bezpečnost práce**

Identifikuje rizikové materiály. Identifikuje rizika, která mohou být vyloučena označením vývěskou/vypnutím. Identifikuje rizika, která nemohou být vyloučena, ale mohou být omezena bezpečnostními opatřeními. Přiřazuje povolení na práci.

### **Integrace**

Bezproblémová integrace s mnoha finančními a informačními systémy. Vylučuje duplicitní zpracování dat. Zaručuje možnost upgrade na vyšší verze.

### **Konfigurace podnikových procesů**

Umožňuje modelování podnikových procesů, víceúrovňové schvalování a přímé směřování úkolů. Lze jí přiřadit roli ve schvalovacím procesu.

### **Obslužné programy**

Vybírá a archivuje data pro využití v budoucnu. Ke všem hlavním modulům MAXIMA mohou být připojeny dokumenty. Vytvořením odkazu mezi výkresem a zařízením, spouští výkresy a obrázky v nativní aplikaci.

## **2.3.6. Nové trendy v řízení údržby**

V současné době existuje celá řada výkladů pojmu údržba. Nejobecněji popisuje postavení údržby v podniku řada norem ISO 9000:2000. Systémové řízení jakosti podle norem ISO 9000 popisuje:

- definování organizace (struktury, vazby, pravomocí, odpovědnosti)
- tvorbu pracovních a kontrolních postupů
- nutnost systémového přístupu

Mezi základní myšlenky norem ISO 9000 patří dokumentování činnosti podniku, pro všechny činnosti související z jakosti, důraz na disciplínu a pořádek, systém záznamů souvisejících s jakosti, zpětnou vazbu.

Norma ČSNEN 13 306 definuje údržbu takto:

Údržba = kombinace všech technických, administrativních a manažerských činností během životního cyklu objektu zaměřených na jeho udržení ve stavu nebo jeho navrácení do stavu, v němž může vykonávat požadovanou činnost.

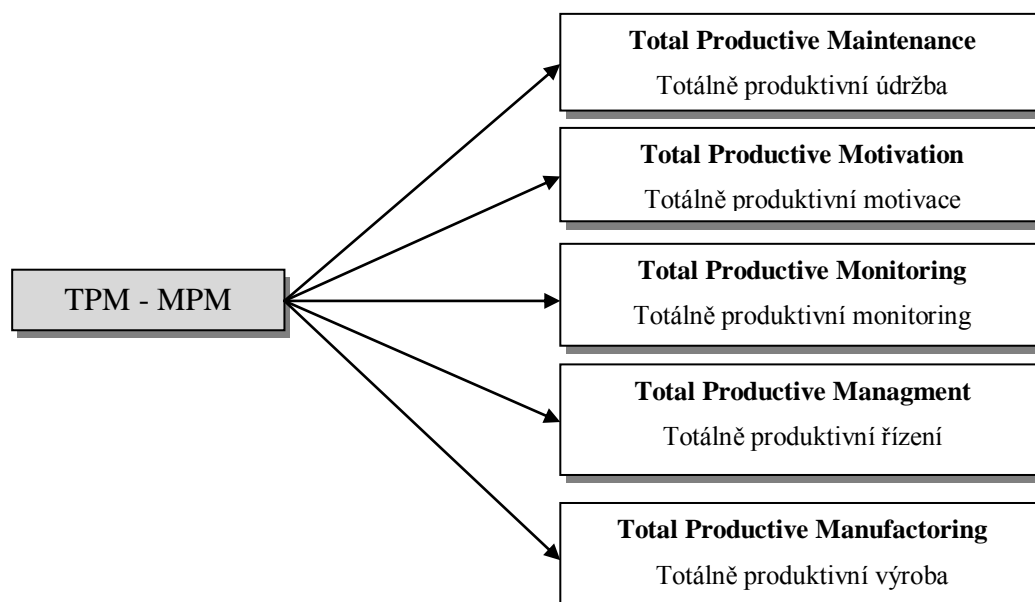
Současný model systémové údržby vychází ze zásad preventivnosti (provedení v pravý čas – v předstihu), proaktivnosti (hledání příčin poruch) a produktivnosti (je nedílnou součástí výroby. Na základě těchto zásad lze vypracovat strategii údržby.

Strategie údržby je jedinečný popis způsobu optimálního využití všech druhů údržby. Zároveň musí být stanovena doba (časový úsek), která každé údržbě předchází. Strategie je forma předpisu, který stanovuje logický a časový sled jednotlivých činností. Předpisy jsou jednoznačně nezaměnitelné dokumenty určené jako návodky údržbářských činností. Předpisy zahrnují zejména instruktáž pro obsluhy, denní údržbářskou činnost, běžné opravy, havárie, modernizace a rekonstrukce.

#### **Současné trendy v oblasti údržby:**

- udržování investičního majetku v provozuschopném stavu
- předcházení vzniku poruch
- operativní odstraňování vzniklých poruch
- snižování environmentálního dopadu provozu
- zajištění bezpečnosti provozu
- vynakládání optimálních nákladů na údržbu

K splnění současných požadavků údržby využívá průmyslový podnik soubor několika nástrojů. Mezi hlavní nástroje řadíme informační základnu (technická dokumentace), personál, nářadí, nástroje, přístroje, náhradní díly, spotřební materiál, údržbářské objekty, externí údržbu (specializované útvary) a finanční prostředky.



**Obrázek 7 TPM-MPM (Multiprocessing Maintenance. Údržba jako multiproces) [8]**

Snahou poslední doby je navrhnout systém, který vychází z historických zkušeností a zároveň uplatňuje trendy a požadavky současnosti. V literatuře je tento moderní systém řízení údržby nazýván „totálně produktivní údržba“ (TPM – Total Productive Maintenance).

## **2.4. TPM (Totálně produktivní údržba)**

TPM navazuje na systém produktivní údržby nebo také údržby podle skutečného stavu. TPM navíc zlepšuje systém řízení údržby systémem zpětných reakcí. Racionalizuje činnost údržby tím, že část údržbářských prací převádí na samotné operátory, čímž aktivně zapojuje operátory do činnosti údržby a zároveň je vede k větší zodpovědnosti.

### **2.4.1. Vize TPM**

Důvody, které vedly své tvůrce ke vzniku systému TPM, předcházely potřebám naplnění určitých vizí. Základní vizí TPM je dosáhnout nejvyšší možné úrovně kvality

poskytovaných služeb a zároveň respektovat zásady hospodárnosti. Možnosti jak vizi TPM naplnit nemají všechny podniky stejné. Každý podnik má vytvořený svůj systém péče o majetek. Úroveň jednotlivých podnikových systémů je různá. Snahou tvůrců bylo vytvořit ucelený systémový plán, který bude návodem pro všechny ty, kteří chtějí posílit své postavení na trhu, vybudovat úspěšnou firmu a vytvořit tak efektivně fungující systém řízení údržby. I když byla původní vize zaměřená na automobilový průmysl a tedy na průmysl charakteristický svou hromadnou výrobou, jsou myšlenky TPM realizovány napříč výrobním spektrem bez ohledu na velikost podniků či výrobní činnost podniků.

Nelze dosáhnout požadované racionalizace, pokud jednoznačně a srozumitelně nedefinujeme cíle údržby, filozofii, strategii a strukturu údržby.

Základní cíle TPM jsou:

1. TPM má za cíl maximalizovat efektivnost výrobního zařízení se zaměřením na poruchy, chod na prázdno, zmetky, seřizování, snížená výtěžnost, ztráty najížděním.
2. TPM je celopodnikový systém produktivní údržby obsahující preventivní i produktivní údržbu, který lze vždy zlepšovat.
3. TPM vyžaduje nejen účast údržby a operátora, ale i konstruktérů strojů a dalších techniků. (Tvořit a rozvíjet tzv. autonomní údržbu.)
4. TPM zahrnuje všechny zaměstnance na všech úrovních řízení. Všechny činnosti ovlivňují jakost.
5. TPM zvyšuje dovednost a znalost prostřednictvím týmové práce a motivace pracovníků.

#### **2.4.2. Analýza podniku pro zavádění TPM**

Jak bylo zmíněno v kap. 2.4.1 základní cíle TPM jsou obsaženy v pěti bodech. Důležitým krokem při zavádění TPM je důkladná analýza podniku.

Pro zhodnocení úrovně řízení údržby je třeba vypracovat souhrnnou zprávu, která musí obsahovat:

1. Zhodnocení systému řízení údržby používaného podnikem např. dle kap. 2.2.
2. Popis činností všech pracovníků.

3. Podrobnou zprávu o provozuschopnosti a poruchovosti jednotlivých výrobních zařízení (tzv. životopis).
4. Zprávu o celkové účinnosti zařízení.
5. Stupeň vitality jednotlivých zařízení.
6. Stav technické dokumentace, pracovních postupů.
7. Přehled IT používaných podnikem včetně jejich vzájemné kompatibility, možnosti aktualizace, výtěžitelnosti a důležitosti.
8. Přehled prostředků (náradí, nástrojů, přístrojů apod.) pro činnost údržby a jejich stav.
9. Informace o pracovních profesích.
10. Úroveň kontrol a revizí.
11. Přehled o náhradních dílech a způsobu evidence.
12. Ekonomické zhodnocení činnosti údržby.
13. Doplnující dokumenty potřebné pro zhodnocení úrovně řízení.

### **2.4.3. Ucelený audit**

Způsobů, kterými lze vyhodnotit účinnost a efektivnost činností údržby je spousta. Důležité je hodnocení objektivní a ucelené. Jedná se o hodnocení, které je vytvořeno na základě informací vypovídajících o skutečném stavu podniku, nikoli hodnocení zprostředkované, zkreslené, neobjektivní.

K hodnocení skutečného stavu údržby se využívá „Ucelený audit“. Audit je prověrka systému a zjišťování neshod s normami, dokumenty apod. Audit může být obecně zaměřen na různé druhy oblasti lidské činnosti. Ve výrobní společnosti se provádí audit systému, audit procesu a audit činností. Podmínkou pro provedení auditu je popis jednotlivých procesů a vytvoření řídicí dokumentace. Benchmarking údržby je jednou z forem auditu údržby.

### **2.4.4. Benchmarking údržby**

Benchmarking hodnotí úroveň jednotlivých složek údržby. Hodnotí úroveň produktivity práce, plánování, využitelnost kapacit údržby na základě informací o údržbě (viz souhrnná zpráva kap. 2.4.2) s tzv. benchmarkovými údaji (normativ pro stanovení maximálních a minimálních hranic). Jedná se o srovnání s nejlepšími světovými výrobci.



Benchmarking hodnotí jednotlivé složky předem dohodnutým způsobem např. procenty. Hodnocení slouží pro návrh na změny a to je další krok při zavádění TPM. Obecný postup:

- Stanoví se kvalitativní a kvantitativní ukazatele pro porovnání. Ukazatele jednoznačně vystihnou hodnocené procesy.
- Určí se způsob získávání ukazatelů.
- Proveďte se analýza. Analýza musí být srozumitelná pro zadavatele.
- Proveďte se vyhodnocení a návrh pro zlepšení. Návrh musí odpovídat požadavkům zadavatele.

Jak uvádí lit. [5] mezi hlavních 14 ukazatelů benchmarkingu stanovila Evropská federace národních společností pro údržbu (EFNMS – European Federation of National Maintenance Societies) tyto ukazatele:

1.  $F_{01}$  – finanční náročnost udržování majetku
2.  $F_{02}$  – relativní velikost zásoba náhradních dílů a materiálu
3.  $F_{02}$  – relativní náklady externí údržby
4.  $F_{04}$  – relativní náklady preventivní údržby
5.  $F_{05}$  – relativní pracnost preventivní údržby
6.  $F_{06}$  – relativní intenzita toku peněz do údržby
7.  $F_{07}$  – relativní intenzita školení pracovníků údržby
8.  $F_{08}$  – relativní pracnost okamžité údržby po poruše
9.  $F_{09}$  – úroveň přípravy a plánování údržby
10.  $F_{10}$  – relativní roční nominální časový fond výrobního zařízení
11.  $F_{11}$  – využití výrobního zařízení
12.  $F_{12}$  – střední doba mezi poruchami
13.  $F_{13}$  – průměrná rychlost odstraňování poruch
14.  $F_{14}$  – celková efektivita zařízení

Jak již bylo zmíněno, forma výstupu hodnocení je předem dohodnutá mezi zadavatelem a auditorem. Nejlepší vypovídací formou je graf či tabulka.

### **2.4.5. Outsourcing údržby**

Outsourcing (angl. *out*, vně, a *source*, zdroj) znamená, že firma vyčlení různé podpůrné a vedlejší činnosti a svěří je smluvně jiné společnosti specializované na příslušnou činnost. Je to tedy druh dělby práce, činnost však není zajišťována vlastními zaměstnanci firmy, nýbrž na základě smlouvy. Typicky se jedná o činnosti jako je úklid, údržba, doprava nebo správa počítačů (IT). Outsourcing se považuje za obchodní rozhodnutí, které má vést ke snížení nákladů a (nebo) k soustředění na hlavní činnosti firmy, a to v zájmu její konkurenceschopnosti.

Zásady pro Outsourcing:

- činnosti vykonávané externí firmou patří mezi činnosti, které nesouvisí s charakterem vlastní náplně činností údržby,
- činnosti prováděné externí firmou musí vykazovat minimálně stejnou kvalitu, jakou by byla schopna zajistit vlastní údržba (platí pro jakost, finanční náklady, bezpečnost při prováděných činnostech, časový průběh),
- závislost na činnosti externích firem nesmí být příliš velká,

Metodik pro vyčleňování údržbářských činností je spousta např. metoda MOPE. MOPE – řeší hodnocení výkonů a hodnotí vhodnost vyčleňování jednotlivých výkonů formou centralizace, integrace, vyčleňování apod.) [5, 8].

### **2.4.6. Třídění norem určených pro hodnocení a řízení údržby**

Hodnocení provozní spolehlivosti, účinnosti a zkoušky spolehlivosti lze provádět dle norem ČSN EN. Tyto normy lze rozdělit do několika metodických skupin [10]:

- 1) názvoslovné normy spolehlivosti,
- 2) normy pro management kvality,
- 3) normy pro management spolehlivosti,
- 4) pokyny pro udržovatelnost a související normy,
- 5) normy pro analýzu spolehlivosti a odhad hodnot ukazatelů spolehlivosti,
- 6) normy pro ověřování, zjišťování a zlepšování hodnot ukazatelů spolehlivosti,
- 7) normy pro zlepšování ukazatelů spolehlivosti,

8) normy pro prezentace předpovědí bezporuchovosti, udržovatelnosti a pohotovosti,

Ad 1) Normy, které je nutné prostudovat. Ve všech oborech a stejně tak i při stanovování spolehlivosti a účinnosti zařízení je používáno spoustu odborných výrazů a značek. Bez prostudování norem ze skupiny č. 1 je pochopení dalších textů obtížné.

Ad 2) Skupina těchto norem je určena pro management výroby a management spolehlivosti a účinnosti zařízení. Normy jsou stěžejní a ostatní skupiny norem jsou buď navazující, nebo doplňující.

Ad 3) Skupina norem, které doplňují normy managementu. Systém managementu spolehlivosti je nedílnou součástí v řízení činností ovlivňujících spolehlivost i bezpečnost např. sada norem ČSN EN 60300.

Ad 4) Skupina norem určena pro systém preventivní údržby. Tyto normy vychází z předpokladu, že udržovatelnost je znak, který určuje snadnost, se kterou může být objekt udržován a zajišťován během období svého používání.

Ad 5) Do této skupiny norem z oboru spolehlivosti byly zahrnuty zejména normy, v nichž jsou popsány základní metody analýzy spolehlivosti systémů a normy zabývající se předpovědí a prezentací hodnot ukazatelů spolehlivosti.

Ad 6) Skupina norem zaměřená na ověřování, zjišťování a zlepšování hodnot ukazatelů spolehlivosti. V této skupině norem jsou specifikovány postupy pro zkoušení, ověřování a hodnocení např. intenzity poruch, parametru proudu poruch, střední doby do poruchy, střední doby provozu mezi poruchami apod.

Ad 7) Do této skupiny norem z oboru spolehlivosti byly začleněny normy zabývající se tříděním, způsoby zlepšování a zvyšování bezporuchovosti zařízení.

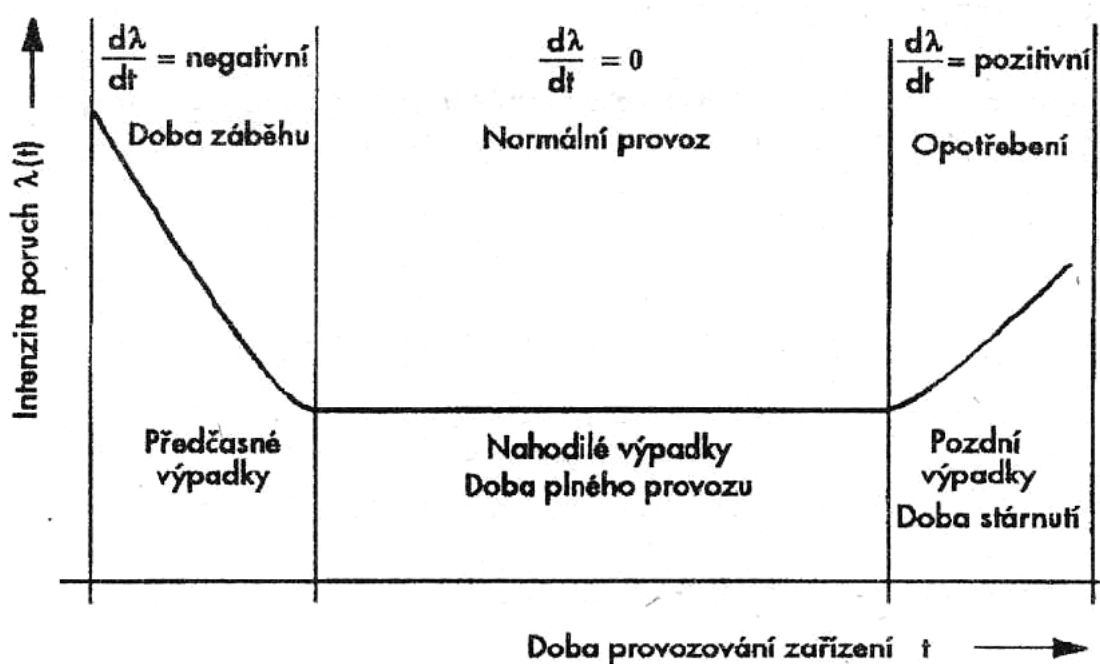
Ad 8) V normách se stanoví, co se má uvážit při prezentaci informací týkajících se předpovědí kvantitativních ukazatelů bezporuchovosti, udržovatelnosti a pohotovosti systémů a zařízení, včetně hardwaru, softwaru a lidských faktorů.

**Celková účinnost** je tvořena součtem dílčích časů. Celkový čas výrobní je teoretický čas výrobního zařízení a ten se dělí na plánovaný čas výroby a čas plánované odstávky. Plánovaný čas se dále dělí na hrubý čas výroby a čas neplánovaných odstávek např.

poruchy, seřízení, úklid apod. Hrubý čas výrobní je tvořen čistým výrobním časem a ztrátami. Mezi ztráty patří chod na prázdno a ztráty snížením rychlosti výroby. Čistý čas výrobní zahrnuje dvě složky. První složkou jsou ztráty způsobené nedodržením kvality. Druhou složkou je čas výroby tvořící výnos. Z výše uvedeného je patrné, že účinnost celková lze zapsat jako:

$$\text{Účinnost} = \frac{\text{Čas výroby tvořící výnos}}{\text{Teoretický čas výroby}} \cdot 100\%$$

**Provozní spolehlivost** a její vyjádření graficky má z pohledu času a pravděpodobnosti vzniku poruchy průběh tzv. vanové křivky (obr. 8). V první části (levá část grafu) je vyjádřena pravděpodobnost vzniku poruchy a průběh má charakter normálního logaritmického rozložení, ve střední části má křivka charakter exponenciálního rozložení (téměř konstantní průběh) a pravá část křivky má průběh normálního rozložení.



Obrázek 8 Průběh pravděpodobnosti bezporuchového stavu [11]

## 2.5. Zavádění systému TPM

### 2.5.1. Nutné podmínky

Mezi nutné podmínky pro zavádění systému TPM je vyhodnocení stavu systému řízení např. podle kap. 2.4. Na základě posouzení skutečného stavu lze přistoupit

k samotnému zavádění TPM. Samotná realizace TPM musí být prováděna na základě vypracovaného projektu, který by měl být vypracován srozumitelnou formou. Projekt je vhodné rozdělit na návazné části. Platí, že splněním jedné části projektu následuje vyhodnocení a následná realizace další části projektu. Pochopení projektu lze považovat za splnění prvního bodu projektu při zavádění systému TPM.

Projekt TPM může vypadat např. takto:

1. Sestavení pracovních týmů a představení projektu TPM
2. Přenechání rutinní činnosti údržby operátorům (autonomní údržba)
3. Zvýšení motivace pracovníků
4. Pravidelné hodnocení nákladů jednotlivých prostojů
5. Racionalizace a optimalizace objemů náhradních dílů
6. Odstranění šest velkých ztrát ve výrobě (seřizování, snížená rychlost, snížený výkon při rozběhu, vícepráce, chod naprázdno, prostoje)
7. Standardizace mazání
8. Implementace IT do TPM
9. Standardizace a racionalizace inspekční činnosti
10. Začlenění diagnostiky u vybraných uzlů
11. ...

#### **Projekt autonomní údržby. Návaznost projektů, stupňování úrovně řízení.**

**První projekt** je věnován čistotě a eliminaci zdrojů znečištění. Operátoři získají schopnost objevovat poruchy a pochopí principy a metody zlepšování. **Druhý projekt** je spuštěn po splnění úkolu z prvního projektu a je zaměřen na vypracování norem čištění a všeobecnou kontrolu. Operátoři získají znalost funkcí a struktury zařízení. **Třetí projekt** je spuštěn po splnění úkolu z projektu druhého a je zaměřen na autonomní kontrolu, optimalizaci organizace práce a pořádku a na rozvoj autonomní údržby. Operátoři pochopí vazbu mezi kvalitou výroby a činností operátora.

### **2.5.2. Význam technické diagnostiky (TD)**

Technická diagnostika patří mezi rozvíjející se vědní obory stále více využívané při stanovení skutečného stavu zařízení (tzv. diagnózy), předpovídání budoucího stavu

zařízení (tzv. prognózy) a stanovení příčin vzniku poruch (tzv. geneze). Vývoj technické diagnostiky je úzce spjat s rozvojem elektrotechniky, automatizace, elektroniky a výpočetní techniky. Bez začlenění systému technické diagnostiky do údržby se nedá dosáhnout vysoké úrovně řízení údržby. Mezi nejpoužívanější diagnostické metody v údržbě jsou:

- vibrační diagnostika
- akustická diagnostika
- termodiagnostika
- tribodiagnostika
- elektrodiagnostika
- defektoskopie

Je třeba zdůraznit, že diagnostický systém se neskládá pouze z čidla určité fyzikální veličiny a výstupu např. grafický výstup na příslušném zobrazovači. Základem diagnostiky je pochopení problému, určení sledovaných veličin a vhodně navrženého systému (z pohledu vhodnosti umístění snímačů, rušení okolím, kalibrace, apod.).

Základním požadavkem na technickou diagnostiku je její spolehlivost, výše pořizovacích nákladů, výše nákladů na provoz. Od diagnostiky očekáváme informace, které potřebujeme pro: plánování:

- plánování preventivní údržby,
- plánování zásob náhradních dílů,
- plánování objemu prací,
- plánování potřeb pracovních sil,
- plánování výrobních kapacit,
- plánování finančního toku

Naopak technická diagnostika potřebuje pro svou činnost vyškolený personál, časově optimální zásah na základě předávaných informací, údržbu a zálohování dat potřebných pro diagnózu, péči o celý diagnostický systém a pravidelný servis.

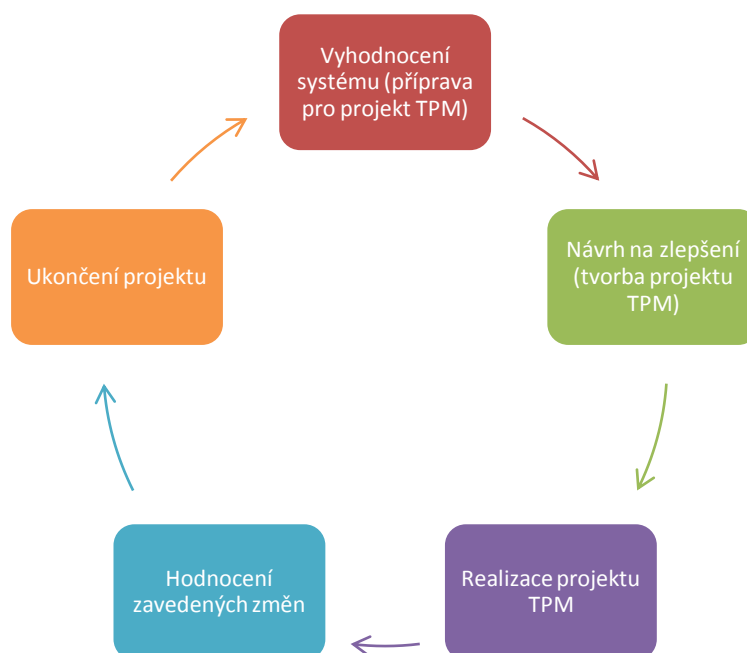
Výčet přínosů TD:

- prognostická činnost

- vytváření trendů
  - sledování a hodnocení v reálném čase
  - tvorba prognóz
- diagnostická činnost
  - určení významu poškození
  - identifikace místa poškození
  - detekce poškození
  - eliminace havarijního stavu (stopsystém)
- analýza
  - archivace
  - pravidelné raporty
  - varovný systém, hlášení změn, hlášení abnormalit
  - autokontrola, detekce poruchy TD
- systémový přístup
  - návrhy řešení
  - zpětná vazba
  - subsystém systému IT řízení údržby

### **2.5.3. Hodnocení projektu TPM**

Hodnocení účinnosti provedených změn je v podstatě porovnávání hodnot před změnou a hodnot po změně. Hodnoty mohou mít jak kvalitativní charakter (průzkum spokojenosti zaměstnanců, apod.), tak kvantitativní charakter (účinnost zařízení, apod.). Na základě vyhodnocení, které ukážou míru úspěšnosti při plnění zadaných dílčích úkolů, je proces zavádění změn ukončen (úkol byl splněn), nebo je úkol v procesu realizace (úkol zatím nebyl splněn). Splněním všech bodů z projektu proces zavádění nekončí. Vzniká nový projekt, který vychází ze zkušeností předešlého projektu. Zavádění TPM je systémový proces který nikdy nekončí. Při práci se využívá filozofie GEMBA – řešení problémů pracovníky přímo na pracovišti prostřednictvím týmových setkání.

**Obrázek 9 Systémový přístup k řízení údržby**

### **Pilotní projekt, modelový projekt**

Na typovém strojním zařízení je aplikován úvodní, tzv. vzorový projekt TPM. Do projektu jsou často zapojovány kooperující firmy, externí konzultanti a školicí firmy, které jsou nápomocny při zavádění vzorového projektu. Tato část je zdrojem prvních zkušeností.

## **3. Analýza současného stavu**

Současný stav řízení údržby a obecně strategie péče o strojní zařízení je v průmyslových podnicích různý. Míra účinnosti a efektivnosti v řízení údržby je ovlivněna mnoha faktory. Mezi hlavní faktory patří stáří výrobního zařízení, konstrukční dokonalost, charakter výroby a zejména způsob přístupů všech zaměstnanců (na všech úrovních řízení), kteří nějakým způsobem ovlivňují efektivitu údržby a provozuschopnost výrobního zařízení. Tak jak bylo popsáno v kap. č. 2 je zřejmé, že existuje mnoho různých strategií v údržbě. Některé jsou více účinné, některé méně. Neexistuje dokonalý systém řízení údržby, neexistuje ani univerzální systém řízení údržby. Je proto zřejmé že prvním krokem při hledání optimálního systému řízení tzv. **technicko-ekonomického optima** je uvědomění si, že toto hledání nemůže nikdy skončit (systém založený na filozofii „stále je co zlepšovat“).



Pro podniky je hledání technicko-ekonomického optima proces nepopulární z pohledu zaměstnance, ale proces nutný z pohledu zejména budoucí prosperity podniku. Firmy, které svůj systém řízení údržby neoptimalizují, mají problémy typu:

- na údržbu jsou vynakládány vysoké finanční prostředky,
- v údržbě pracuje neúměrné množství pracovníků v poměru k pracovníkům ve výrobě
- nelze provádět analýzy, prognózy, diagnózy (pro tuto činnost chybí potřebné informace)

### **3.1. Základní nedostatky v údržbě**

Údržba je v podnicích považována především za prostředek, který je potřeba v případě vzniklé poruchy, a současně jako nástroj zabezpečující velké, předem naplánované opravy. Každodenní rutinní péče o strojní zařízení (např. čištění, úklid, seřízení) a jeho údržba není definována v systému údržby. Operátoři nejsou zapojeni do systému péče o stroje, které obsluhují. Chybí jim základní znalosti týkající se chodu stroje, motivace pro profesní sebezdokonalování, a chybí jim nebo mají nedostatečné školení a trénink pracovníků údržby na všech úrovních řízení. Je podceňován systém revizí a kontrol. Jsou nedostatečně a nepřehledně vedeny evidence o poruchách a technickém stavu výrobního zařízení. Chybí technická dokumentace, nebo je zastaralá a neaktualizována. U strojů chybí mazací a čistící plány. Způsoby hlášení poruch jsou neefektivní, informační vazba mezi údržbou a výrobou je na nízké úrovni. Systém výběru náhradních dílů na skladech neodpovídá potřebám a požadavkům (kritické náhradní díly nejsou skladem). Chybí evidence prostojů v členění dle příčin, dle významu. Chybí informační technologie potřebné pro řízení údržby, chybí zpětná vazba. Pro nedostatek vhodných informací nelze provádět analýzy, prognózy, diagnózy. Chybí standardy pro hlášení abnormalit.

I když jsou v současné době v mnohých výrobních zařízeních zaváděny a standardně využívány prostředky, pomocí kterých je systém řízení údržby relativně optimální, musí vedení podniku sledovat nové trendy použitelné při zajišťování provozuschopnosti.

V současné době je nejnovějším trendem systém tzv. totálně produktivní údržby TPM (TPM – Total Productive Maintenance)

## **4. Komplexní posouzení funkce současného stavu**

### **Současný způsob řízení údržby**

**Systém po poruše** – Tento systém údržby zvyšuje finanční a materiálovou (potřeba náhradních dílů) náročnost a připravenost. Pro žádný podnik není tento způsob řízení žádoucí, přesto podniky částečně tento systém údržby respektují v domněnku, že neexistuje způsob péče o zařízení, který by poruchy omezil nebo úplně odstranil. Druhým důvodem je přesvědčení, že systém údržby, který vznik poruch eliminuje, bude finančně nákladnější.

**Plánování údržby** – Současný systém plánování údržbářských činností nerespektuje, nebo respektuje pouze z části skutečný stav zařízení. Plánování odstávek je zcela podřízeno výrobnímu plánu a potřebám výroby. Časy a intervaly odstávek jsou plánovány dlouhodobě dopředu (zpravidla při tvorbě ročního plánu). Korekce těchto plánů během roku jsou minimální a opět podřízeny výrobě. Tento systém nerespektuje skutečný stav zařízení a práce údržby je zcela podřízena výrobnímu plánu. Na jedné straně hrozí vznik poruchy a odstávka, na druhé straně dochází k předčasným zásahům a výměnám součástí zařízení, čímž se opět zvyšují náklady na údržbu.

**Plánování náhradních dílů** – Podniky, které tolerují systém po poruše, musí disponovat potřebným množstvím náhradních dílů. Nastávají situace, kdy je náhradní díl pořízen a skladován bez ohledu na reálnou potřebu. Vznikají situace, kdy jsou náhradní díly skladovány i několik měsíců či let. Tyto náhradní díly jsou většinou nevhodně uskladněny a zaevidovány.

**Evidence** – Evidence strojního zařízení neodpovídá skutečnému stavu. Změny provedené během několikaletého provozu strojního zařízení (např. konstrukční změny, technické změny apod.) nejsou zaznamenány a dochází k situacím, kdy dokumentace a evidence neodpovídá skutečnosti.

**Typová rozdílnost** – U zařízení stejného charakteru (např. pásové dopravníky) jsou používány rozdílné prvky např. typy převodovek apod. Tato rozdílnost v typovém provedení zvyšuje celkovou náročnost údržby, zejména potřebou náhradních dílů, pracovních postupů, rozdílností v plánování, rozdílností v době životnosti apod.

Revizní činnost – Revize na strojním zařízení jsou prováděny formou subjektivních prohlídek. Prohlídky založené na smyslovém vjemu (zrak, sluch, čich, hmat) a předpokladu zkušenosti revizního pracovníka postrádají výhody objektivních kontrol (technická diagnostika). Podniky využívají technickou diagnostiku minimálně, čímž ztrácí možnost objektivního posouzení stavu zařízení a stanovení prognóz.

Datová základna – Datová základna je v obecném měřítku jasně definovaný soubor informací určených pro optimální řízení (nejen) údržby. Tento soubor v sobě skrývá např. pracovní postupy, revizní postupy, normativy apod. Podniky tuto datovou základnu postrádají, nebo ji dostatečně nevyužívají při řízení a plánování údržbářských činností, čímž ztrácí možnost operativního plánování v reálném čase.

Informační technologie (IT) – Současnost umožňuje využití IT při řízení údržby. Podniky tuto možnost dostatečně nevyužívají. Dalším případem je stav, kdy podnik vlastní odpovídající IT pro řízení údržby, chybí však dostatečně proškolený personál, a tím je systém používán neefektivně nebo vůbec.

Autonomní údržba – Autonomní údržba jako jeden z nástrojů totálně produktivní údržby přenechává rutinní činnost údržby operátorům tedy pracovníkům výroby. Současný systém, kdy útvar údržby pečuje o zařízení a útvar výroby zajišťuje pouze výrobu, je neefektivní. Výrobní personál ztrácí základní vazbu na výrobním zařízení, nerozumí mu a není schopen rozpoznat rozdíly a výchyly od standardu. Nastávají situace, kdy pracovník údržby provádí činnost kompetentní útvaru výroby (seřízení, čištění apod.). Tento systém je náročný na počty pracovníků údržby.

Čištění, úklid – Čištění a úklid jsou prováděny nesystematicky a nekoordinovaně. Čištění je prováděno až v případě poruch nebo na základě momentální potřeby. Chybí harmonogramy a plány úklidových činností. Chybí standardy pro tuto činnost. Neprovádí se záznamy o provádění úklidu, chybí kontroly dodržování standardu čistoty a úklidu. Chybí prevence a analýza příčin znečištění.

Pro komplexní posouzení údržby jako celku je proto třeba stanovit, z čeho se skládá systém údržby, rozdělit činnost údržby do částí a části do bloků a posoudit bloky samostatně. A také je třeba stanovit, které činnosti jsou prováděny a na jaké úrovni.

V literatuře [5] je popsána pyramida údržby tzv. světová úroveň údržby (TPM) a jednotlivé úrovně činností.

I. úroveň (reporting):

- dělení zařízení dle závažnosti poruch (dělení nelze provádět, pokud chybí potřebné informace o poruchách)
- systém žádanek na opravu (absence žádanek neumožňuje optimální plánování a včasná reakce na aktuální požadavky – chyba v komunikaci)
- denní hlášení údržby (prostředek kontrolního charakteru)
- denní kontroly technického stavu (prostředek preventivní údržby)
- výrobní plán (plánování prací údržby podléhá výrobnímu plánu podniku)
- denní plán údržby (jasný přehled o činnosti údržby)
- evidence nákladů údržby (nutné pro analýzy)

II. úroveň (činnost informačních systémů):

- analýzy nákladů údržby
- týdenní plán údržby
- týdenní hlášení údržby
- evidence strojů a zařízení (evidence oprav stroje nebo částí stroje)
- systém náhradních dílů (systém výběru náhradních dílů na skladech)
- systém archivace a aktualizace technické dokumentace

III. úroveň (základní nástroje údržby):

- normalizace, kooperativa, legislativa
- schopnosti, dovednosti, myšlení zaměstnanců
- stupeň začlenění technické diagnostiky (nástroj prognózy, diagnózy)
- ekonomické ukazatele

IV. úroveň (metody řízení údržby)

- optimalizační činnost údržbářských prací
- komputelizace
- autonomní údržba

- specializace a univerzálnost zaměstnanců

#### V. úroveň (typy údržby)

- centralizace údržby
- decentralizace údržby
- kontrolní, inspekční a revizní činnost

Podnik si musí objektivně stanovit, které výše zmíněné činnosti jsou při zajišťování provozuschopnosti v podniku prováděny, na jaké úrovni a které činnosti budou v podniku zaváděny (včetně zaváděcí metodiky a časového harmonogramu). Nejlépe je vhodné aplikovat TPM na typovém strojním zařízení. Jedná se o tzv. **úvodní vzorový projekt TPM**. Tato část zavádění TPM je zdrojem prvních zkušeností a poznatků pro pracovní týmy realizující projekt.

## 5. Návrh na zdokonalení celkové funkce systému

Systém řízení údržby v podniku je podle vize autorů TPM možné vždy považovat za nedokonalý, možný v každé své podobě vylepšovat. Různorodost výrobního zařízení a různorodost pohledů na systém řízení podniku jednotlivých zaměstnanců, kteří mají zakořeněné své stereotypy, a pracovní postupy mnohdy zděděné od svých starších kolegů způsobuje, že zavádění nových metod při zajišťování provozuschopnosti strojního zařízení je proces dlouhodobý a složitý. Každá část (útvár) podniku vyžaduje jiný přístup při realizaci systému TPM. V první fázi projektu je proto vhodné vytvořit vzorové pracoviště, které bude inspirací pro ostatní realizační týmy. Charakter toho pracoviště musí odpovídat požadavkům, což znamená, že musí mít dostatečnou vypovídací schopnost prezentovat vizi projektu.

Vzorové pracoviště, či vzorový technologický celek je volen tak, aby bylo možné dostatečně prezentovat význam:

- autonomní údržby
- revizní činnosti
- IT
- technické diagnostiky

- preventivní údržby
- optimalizace náhradních dílů
- bezpečné práce
- zvyšování kvalifikací pracovníků
- motivační činnosti
- plánování
- outsourcingu
- zavádění standardů

Pro svou vizi TPM jsme zvolili při modelování metodiky zavádění TPM strojní celek zajišťující kontinuální tok materiálu tzv. pásový dopravník gumový. Důvod naší volby je ten, že na tomto strojním zařízení lze v dostatečné míře prezentovat význam všech zmíněných činností údržby a dostatečně tak prezentovat moderní pohled na systém řízení údržby.

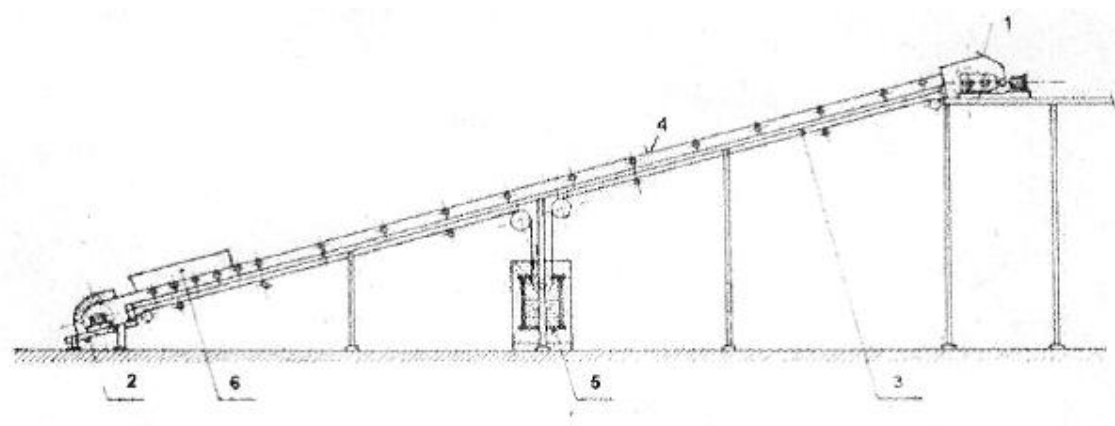
## **6. Návrh na vypracování komplexního systému řízení údržby**

### **6.1. Pásový dopravník – úvod**

Pásové dopravníky patří mezi dopravní prostředky využívané v různých průmyslových odvětvích. Pásové dopravníky zajišťují plynulou přepravu velkého množství materiálu na požadované vzdálenosti. Pásové dopravníky mají jako nosný a tažný element dopravní pás, většinou gumový s textilními vložkami, příp. s ocelovými lanky. Výhodou pásových dopravníků je vysoký výkon, bezpečnost provozu a tichý chod. Nevýhodou z pohledu zajištění provozuschopnosti je vysoký počet rotujících částí a choulostivost gumového pásu na poškození. Dopravní pás je nekonečný, obíhající mezi hnacím a hnaným bubnem, doplněný dalšími prvky důležitými pro bezpečný a spolehlivý provoz. Pásové dopravníky přepravují hlavně sypké materiály bez ohledu na podíl vlhkosti v materiálu.

Pásové dopravníky dělíme:

- dálkové dopravníky ( $Q_t > 1000 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ,  $v > 2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ )
- technologické dopravníky



**Obrázek 10 Stabilní úklonný pásový dopravník [12]**

### **Konstrukční prvky pásových dopravníků**

1. poháněcí stanice
2. vratná stanice
3. nosná konstrukce
4. dopravní pás
5. napínací zařízení
6. násypka
7. bezpečnostní prvky
8. regulační prvky
9. příslušenství

## **6.2. Koncepce prvního projektu TPM**

Při modelování TPM na technologickém celku pásového dopravníku (PD) jsme projekt rozdělili do sedmi částí:

1. Datová základna
2. Technická diagnostika
3. Zavedení systému autonomní údržby (údržba operátory)
  - Úvodní čištění a 5S. Provádění norem čištění (standardy čištění).
  - Opatření eliminující zdroje znečištění
  - Stanovení a vizualizace standardů pro čištění a mazání
  - Zavedení systému autonomní kontroly (rozpoznání abnormalit)

- Zavedení systému autonomní údržby
- 4. Revizní činnost, plánovaná údržba (definice odpovědnosti pro útvar údržby)
  - Způsoby kontrol
  - Nápravné akce
  - Hodnocení stavu zařízení
  - Evidence revizní činnosti
  - Sběr a analýza informací
- 5. Návrhy na změny při zajišťování provozuschopnosti
  - Eliminace lidského faktoru při udržování standardů
  - Zlepšování údržbářských procesů eliminací ztrát
  - Identifikace prvků pásového dopravníku
  - Outsourcing
- 6. Tvorba pracovních postupů, revizních postupů
- 7. Hodnocení a analýzy kritických míst

### **6.3. Datová základna**

Tvorba datové základny není standardně začleněna do činnosti údržby, je však nepostradatelným nástrojem v systému údržby dle zásad TPM. Při zavádění TPM je zavádění datové základny součástí prvního (úvodního) projektu. Význam datové základny spočívá v práci s vhodně vytvořenou datovou základnou. Datová základna je v systému řízení údržby definována jako soubor dat (zejména dat informačního a normativního charakteru), které jsou pro řízení údržby nezbytné. Datová základna vhodně navržená a účelně využitá vytváří komplexní nástroj pro plánování, analýzy, prognózy a modelování údržbářských činností v reálném čase. Optimalizuje způsob provádění prací údržby, definuje časy prováděných činností a náročnost prací na pracovníky a zařízení. Prvořadou podmínkou pro řízení údržby podle skutečného stavu je dokonalá znalost datové základny pracovníky údržby a dokonalá znalost práce s ní. Druhořadou podmínkou je, aby kompetentní pracovníci údržby zajišťovali aktualizaci datové základny daného objektu tak, aby odpovídala skutečnosti a byla optimalizována a aktualizována, např. změny v technické dokumentaci apod. Tvorbou datové základny pro údržbu, montáže a další pomocné a obslužné práce: souborem základních technologických postupů, se věnuje ve své práci doc. Ing. Josef Novák, CSc [13, 2].



## **Postup**

1. Realizace datové základny PD (nákup nebo tvorba)
2. U vybraných pracovníků školení a výcvik práce s datovou základnou

### **6.3.1. Princip tvorby**

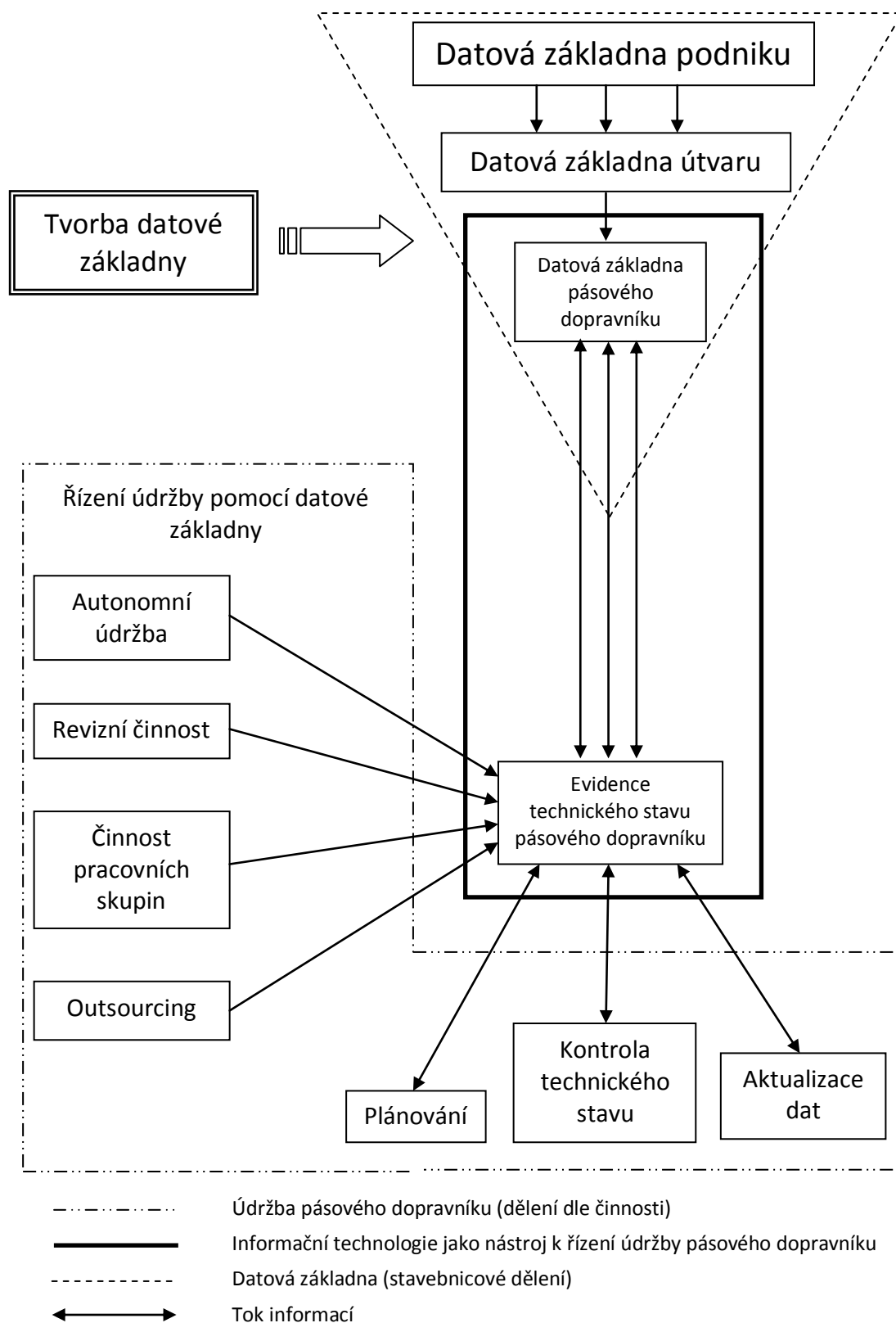
Datová základna je tvořena pro konkrétní strojní zařízení, v tomto případě pro pásový gumový dopravník, a vyžaduje kompletní aktuální seznam všech dílů (kusovník PD), aktuální technickou dokumentaci. Datová základna se tvoří stavebnicově. To znamená, že např. PD je součástí systému dopravování materiálu (vyšší úroveň) a jednotlivé součásti PD zahrnují kusovník celého PD (nižší úroveň). Při tvorbě datové základny musí být stanoveno, co bude datová základna obsahovat (nap. pracovní postupy montážní, demontážní, revizní, seznamy nářadí a pomůcek potřebného pro montáž apod.). Systém TPM vyžaduje datovou základnu, která bude schopna poskytnout informace pro plánování v reálném čase ve smyslu: potřebuji vyměnit převodovku >> datová základna nabídne pracovní postup výměny včetně času potřebného pro výměnu, potřebného nářadí a pomůcek, potřebného počtu pracovníku apod.

### **6.3.2. Struktura informačního systému**

Struktura datové základny a její vazba na evidenci technického stavu je znázorněná na obr. č. 11. Schéma popisuje tok informací do datové základny (tvorba datové základny, revizní hlášení, evidence údržbářských činností, apod.) a tok informací z datové základny (plánování údržbářských prací, plánování revizní činnosti, provádění analýz, prognóz a kontrolu dat datové základny se skutečným stavem).

Tvorba datové základny je činnost určená pro specialisty, normovače a pracovníky z oboru tvorby informačních systémů. Záznamy činností údržby do informačního systému zajišťují pověření vedoucí pracovníci. Zápisy jsou přiřazeny vždy k příslušnému zařízení. Hodnocení, plánování, aktualizaci dat provádí technolog oprav pásového dopravníku.

Pro operativní plánování a hodnocení aktuálního stavu pásového dopravníku je datová základna spolu s evidencí technického stavu nezbytnou součástí systému údržby podle skutečného stavu a dle zásad TPM.



Obrázek 11 Schéma informačního systému v systému TPM

## 6.4. Technická diagnostika

Technická diagnostika (TD) jako nástroj objektivního posuzování skutečného stavu PD je nepostradatelná. Zjišťování skutečného stavu pomocí TD je třeba rozdělit do dvou skupin. První skupinu tvoří způsoby TD navržené tak, aby byly použitelné a provozovatelé pracovníky údržby PD (navržená pro personál údržby). Druhou skupinu tvoří speciální metody TD (určeno pro kvalifikovaný personál) a tato skupina TD je určena externí odborné firmě, outsourcingu.

### TD pracovníky údržby

Jedná se o tzv. sběrače dat. Data jsou zaznamenávána a vyhodnocována. Princip je založen na provádění jednoduchých měření pracovníky údržby pomocí diagnostických přístrojů, sběračů dat, a porovnávání těchto dat s daty minulých měření (uloženy v databázi dat). V případě indikace neshod je provedeno podrobné měření odbornou externí firmou (kontrola ložisek), nebo provedení výměny příslušné součásti (např. výměna bubnu), či seřízení (kontrola sousosti). Postup zavádění:

- Stanovení objektu pro technickou diagnostiku PD

U PD jde o diagnostiku ložisek točivých součástí (elektromotor, převodovka, hnací buben, koncový buben, přelomové bubny napínací stanice a napínací buben), diagnostiku gumového pásu PD, diagnostiku opotřebení strojních součástí (pláště bubnů, plášť násypky a výsypky) a diagnostiku sousosti (elektromotor=převodovka, převodovka=hnací buben).

- Analýza skutečného stavu

U ložisek točivých součástí provede odborná firma podrobné měření stavu ložisek, stanoví předpokládanou zbytkovou životnost a určí čas příští kontroly. Obdobně je provedena diagnostika pásu PD. Kontrolu sousosti a kontrolu opotřebení provede personál údržby vhodnými diagnostickými přístroji (laserový měřič sousosti, tloušťkoměr) a stanoví čas příští kontroly. Předpokladem pro dané kontroly je nákup potřebného vybavení a proškolení personálu.

- Implementace na systému revizí a technických kontrol

## 6.5. Zavedení systému autonomní údržby

Podstatou autonomní údržby je přenechání běžné rutinní práce operátorům. Operátoři provádějí každodenní údržbu, čištění, mazání a základní seřízení strojního zařízení. Operátoři provádějí dohled na správný chod zařízení a zajišťují dodržování technologických postupů. Udržují čistotu na pracovišti a označují abnormality.

Prvním krokem při zavádění autonomní údržby je určení pracovní skupiny a stanovení úkolů této skupině. Pracovní tým se musí skládat z kompetentních pracovníků. Pracovní skupina pracuje dle zásad metody 5S. Zajišťuje **vytřídění** (na pracovišti musí zůstat pouze předměty a položky, které jsou potřebné pro aktuální provoz a pouze v potřebném množství), **systematizaci** (vhodné umístění a označení pracovních položek, uspořádání pracoviště, vyhotovení schématu pracoviště), **organizuje čištění** (dodržení čistoty na pracovišti v každém okamžiku), **určuje standardizaci** (určení standardů pro pracoviště i personál a zajištění jejich dodržování), **podporuje inovace** (zajištění podmínek pro zlepšování standardů např. motivační program, vzdělávací program).

### 6.5.1. Úvodní čištění

Úvodní čištění znamená uvedení PD do stavu potřebného pro stanovení standardu čištění. Na PD a v prostorách náležících tomuto pracovišti se provede úklid, tak aby pracoviště odpovídalo standardu (standard – předem stanovený a jasně definovaný stav), který se bude v budoucnu zajišťovat a dodržovat.

Běžně je čištění prováděno na základě harmonogramu. Přístupové a únikové cesty jsou čištěny na každé směně, prostor kolem násypky a výsypky jednou týdně. Ostatní prostory jsou čištěny jednou měsíčně. Tento nežádoucí stav je třeba změnit tak, aby čistota pracoviště byla zajištěna při každém předávání pracoviště jinému operátorovi, minimálně jednou denně nebo na konci každé směny.

Postup zavádění:

- a) Pracovní tým, který se skládá z operátorů PD, předáka pracoviště, mistra výroby a pracovníka údržby stanoví potřebné úklidové práce a termín provedení

těchto prací. Dalším krokem činnosti pracovní skupiny je vyhotovení zápisu z pracovní schůzky. Zápis musí obsahovat:

1. Účastníci pracovní schůzky
  2. Datum schůzky
  3. Předmět schůzky
  4. Výsledky schůzky
  5. Termín příští schůzky
- b) Čištění pracoviště PD zahrnuje úklid pohonu PD, napínací stanice, tažného a vratného bubnu, horní a spodní větve PD včetně případných nánosů na válečcích, prostor pod a okolo PD, čištění násypky a výsypky.
- c) Po provedení úvodního čištění je provedeno zdokumentování pracoviště (fotodokumentace). Pracoviště je tímto uvedeno do standardního stavu. Může být provedeno seznámení se stávajícím stavem operátory PD (nejlépe ve formě prezentace na nástěnce) a zajištění dodržování daného standardu čistoty pracoviště.
- d) Pravidelné inspekční kontroly dodržování standardu čištění provádí pracovní tým. Z každé inspekční kontroly je proveden zápis, který musí obsahovat výsledky kontroly a další postupy pro případné zlepšení. Součástí inspekční činnosti je i bodové hodnocení vzor formuláře viz příloha č.2
- e) Veškerá činnost je zaznamenána do IT (např. Evidence technického stavu)

### **6.5.2. Opatření eliminující zdroje znečištění**

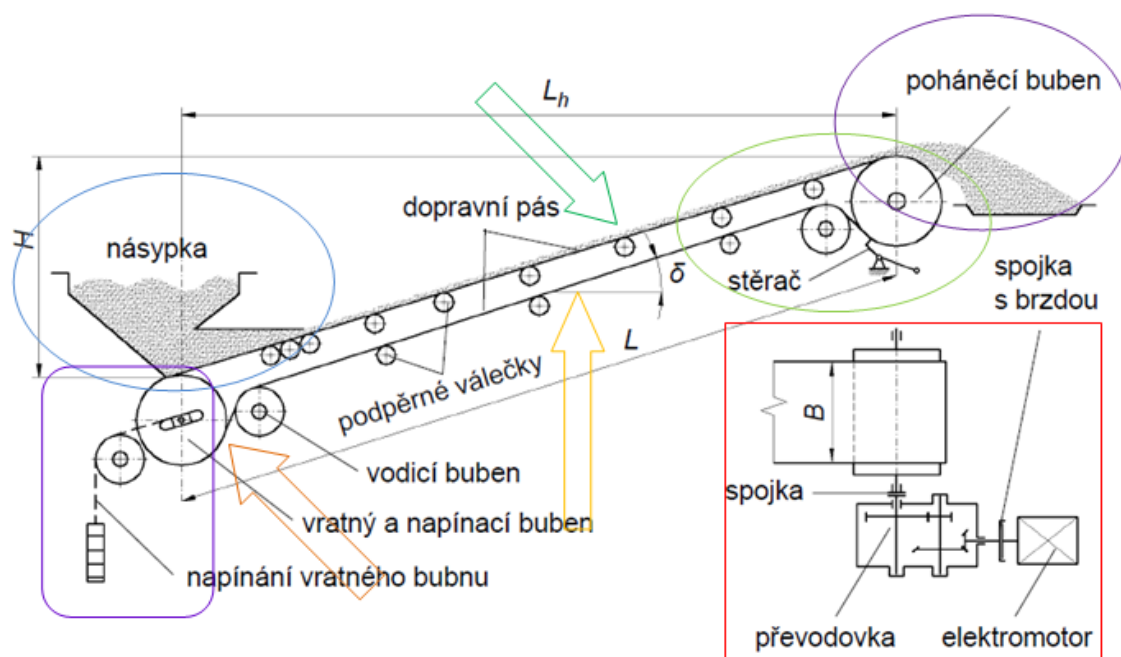
Největším zdrojem znečištění je transportovaný materiál a znečištění je způsobeno zejména:

- Nedodržením předepsaného množství transportovaného materiálu (přesypání pásu)
- Víření prachu v prostoru násypky a výsypky
- Zahlcení násypky a výsypky (zúžení průřezu vinou ulpění materiálu na stěnách výsypky a násypky)
- Znečištění prostor pod pásem způsobené materiálem nalepeným na pás a jeho odpadávání na spodní větví pásového dopravníku

Opatření spočívá zejména v proškolení operátorů v dodržování pracovních postupů. Operátoři musí umět rozpoznávat příčiny znečištění, nepřesypávat pás, v pravidelných intervalech provádět kontrolu násypky a výsypky, kontrolovat optimální stopu pásu a seřizovat pás, hlásit případné abnormality a odchylky od standardu údržby. Další opatření spočívá zejména v dodržování standardů údržby a v inovační činnosti (činnost zaměřená na eliminaci příčin poruch).

### 6.5.3. Stanovení a vizualizace standardů pro čištění a mazání

Stanovení a vizualizace standardů pro čištění je prováděno souběžně s prvním čištěním. Důležitá je vizualizace standardů tak, aby byly standardy srozumitelné pro pracovníky, kteří čištění provádějí. Pracoviště PD je třeba rozdělit na samostatné části.

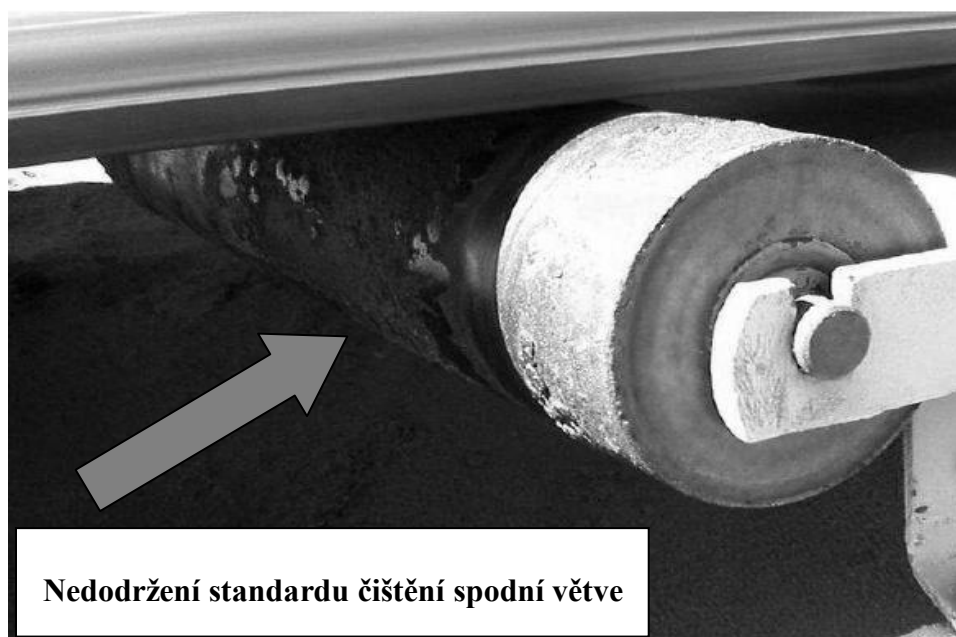


Obrázek 12 Rozdělení PD na části [14]

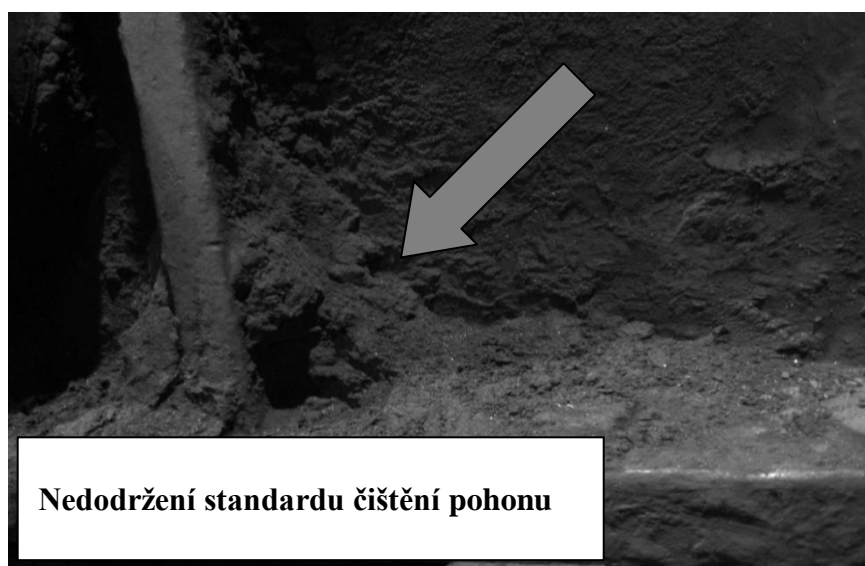
1. Pohon pásového dopravníku
2. Napínací stanice
3. Násypka
4. Výsypka
5. Hnací buben
6. Vratný buben
7. Spodní větev PD

8. **Horní větev PD**
9. Přístupová cesta

Pracoviště pro čištění a tvorba standardu čištění je rozděleno do devíti samostatných celků. Pro každý celek je stanoven vlastní standart čištění včetně stanovení pracovních pomůcek a doby provádění čištění. Každý celek je samostatně hodnocen. Ukázky špatného dodržování standardu čištění jsou na obr. 13 a 14. Vzor formuláře pro evidenci čistících prací viz příloha č. 3.



**Obrázek 13 Vizualizace hodnocení dodržování standardu čištění**



**Obrázek 14 Vizualizace hodnocení dodržování standardu čištění**

## Mazání a tvorba mazacího plánu

Špatně navržený mazací plán a zejména jeho nedodržení může mít zásadní vliv na pracnost při zajištění provozuschopnosti PD. Začlenění výkonu této činnosti do systému autonomní údržby musí být provázeno vhodným školením operátorů. Na operátory musí být přenesena patřičná zodpovědnost za případné poruchy zapříčiněné nedodržením standardů mazání.

Mazací plán založený na úsudku autora mazacího plánu není vhodný a může být předimenzovaný či poddimenzovaný. Mazací plán se řídí doporučením výrobce PD (pokud je k dispozici) nebo doporučením výrobce mazaných součástí.

## Stanovení intervalu domazávání

Počáteční množství plastického maziva pro dělená ložisková tělesa je dána velikosti ložiskového tělesa, zatížením ložiska a počtem otáček. Každý výrobce ložiskových těles a ložisek tyto informace poskytuje. Modelový PD může obsahovat např. ložiskové tělesa firmy SKF (součásti bubnů PD).

**Tabulka 1 Hmotnost mazacího tuku**

Hmotnost mazacího tuku u vybraných ložiskových těles			
Typ	Hmotnost plastického maziva první náplně [kg]	Hmotnost plastického maziva domazávání [kg]	Typ plastického maziva
SNK 518	0.43	0.04	SKF LGMT 2
SNK 513	0.18	0.02	SKF LGMT 2

Množství tuku pro domazávání lze stanovit pomocí empirického vztahu např. dle literatury [15].

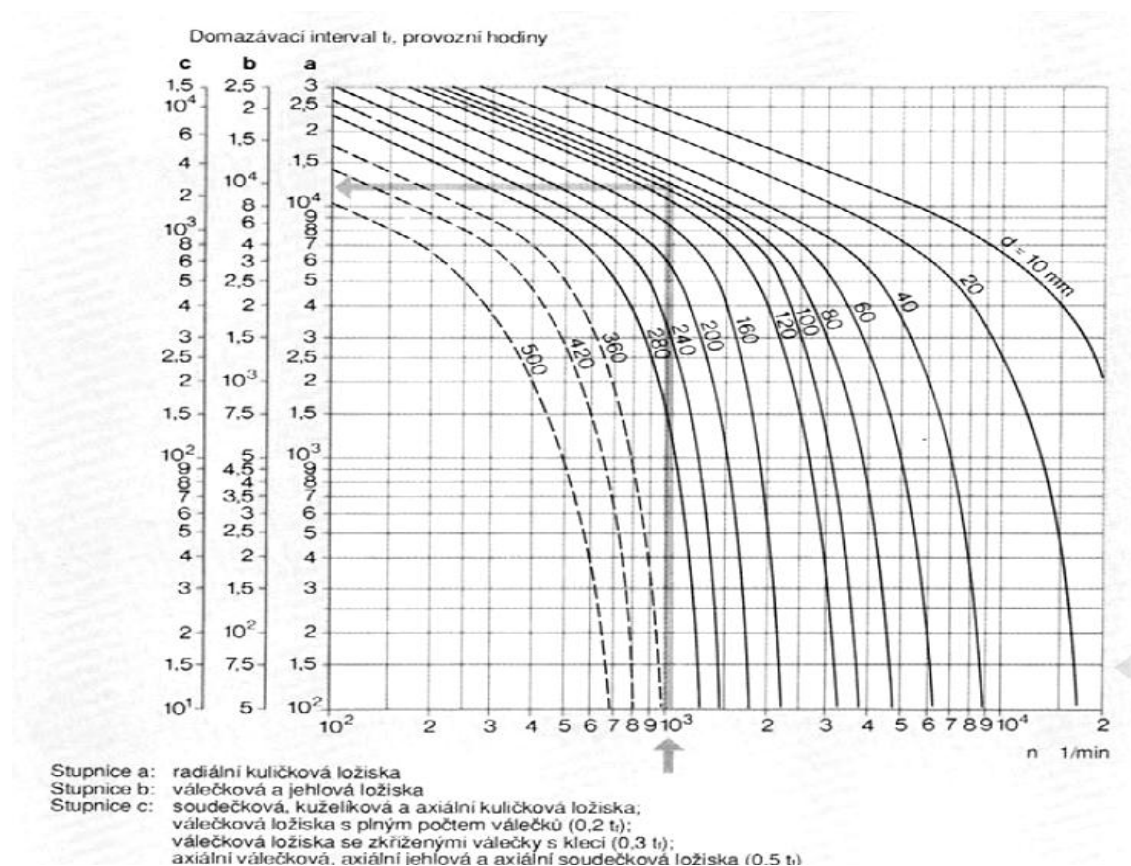
$$m = (0.01 \dots 0.005) d \cdot b \quad (g)$$

kde: d vnější průměr ložiska (mm)

b šířka ložiska (mm)

Určení intervalu domazávání je určeno na základě vnitřního průměru ložiska a otáček ložiska. Firma SKF pro určení intervalu domazávání ložisek doporučuje diagram, viz obr. č. 15.





Obrázek 15 Stanovení intervalu domazávání [16]

Vždy nejméně jednou ročně je nutné provést výměnu náplně. Tato činnost už není určená pro autonomní údržbu, jelikož vyžaduje speciální nářadí a nástroje. Tuto činnost provádí útvar údržby v rámci své kompetence a zahrnuje i výměnu těsnících prvků ložiskových těles.

Tabulka 2 Mazací plán

Pozice	Mazací místo	Mazivo	Časový interval mazání	Počet mazacích míst
1.	Hnací buben	SKF LGMT 2	1 x za 6 měsíců	2
2.	Přelamový buben před napínacím bubnem (blíže hnacího bubnu)	SKF LGMT 2	1 x za 6 měsíců	2
3.	Přelamový buben před napínacím bubnem (blíže koncového bubnu)	SKF LGMT 2	1 x za 6 měsíců	2
4.	Napínací buben	SKF LGMT 2	1 x za 6 měsíců	2
5.	Vratný buben	SKF LGMT 2	1 x za 6 měsíců	2
6.	Převodová skříň hnací stanice	PP90	1 x za kontrola hladiny	1

#### 6.5.4. Zavedení systému autonomní kontroly

**Standard** = vybraná aktuálně nejlepší realizovatelná varianta nějakého stavu či činnosti.

**Abnormalita** = stav, který neodpovídá standardu.

Systém TPM, pokud je funkční, nepředpokládá vznik poruchy, proto ve funkčním systému počty abnormalit klesají až do ustálení na určitou úroveň. Abnormalita v takto ustáleném stavu je nepředvídatelná např. způsobena počasím apod. Nelze ji předvídat ani účinně eliminovat. Autonomní kontrola je činnost operátorů tak, aby PD pracoval v režimu standardu a výchylka od standardu tedy abnormalita byla včas rozpoznána, zaevidována a odstraněna. Pro činnost autonomní kontroly je potřeba zajistit školení operátorů tak, aby znali standardy a byli schopni výchylky od standardu rozpoznávat. **Mezi klíčové standardy je potřeba považovat standardy zajišťující bezpečnost práce operátorů.** Mezi tyto standardy PD patří ochranné kryty točivých součástí, bezpečnostní vypínače, osvětlení, nebezpečné předměty na přístupových cestách, výstražné zařízení signalizující spouštění PD apod.

##### Označení abnormalit

Pro označování abnormalit je potřeba karta, viz příloha č. 4. Abnormalitu lze dělit do dvou skupin. První skupinou abnormalit jsou abnormality, pro které platí, že jejich odstranění zajišťují pracovníci údržby. Druhou skupinu tvoří abnormality, které odstraňují operátoři.

Postup hlášení abnormalit:

1. Objevení abnormality
2. Záznam abnormality vyplněním příslušné karty
3. Upevnění identifikační části karty na stroji (identifikace abnormality na stroji)
4. Umístění informační části karty na informační tabuli daného pracoviště (sběrné místo)
5. Zaznamenání abnormalit do informačního systému (evidence technického stavu) minimálně jednou za směnu

		Název činnosti	Zařízení	Zadáno	Zahájení	Ukončení	Omez.	Dovozy	Kat. z...
Ab.	P	E - Abnormalita		20.2. 09:53					nedef.
Ab.	P	P - Abnormalita		21.2. 10:41					nedef.
Ab.	P	E - Abnormalita		22.2. 11:25					nedef.
Ab.	P	E - Abnormalita		22.2. 11:27					nedef.
Ab.	P	E - Abnormalita		22.2. 11:28					nedef.
Ab.	P	S - Abnormalita		5.3. 08:54					nedef.
Ab.	P	E - Abnormalita		1.10. 19:47	9.12. 11:56	30.3. 11:58			nedef.
Ab.	P	S - Abnormalita		3.3. 11:39	3.3. 05:52	13.3. 05:53			nedef.
Ab.	P	S - Abnormalita		3.3. 11:43	3.3. 05:54	5.3. 05:54			nedef.
Ab.	P	S - Abnormalita		2.3. 13:07	3.3. 06:24	13:24			nedef.
Ab.	P	S - Abnormalita		2.3. 13:08	3.3. 06:27	13:28			nedef.
Ab.	P	S - Abnormalita		2.3. 13:05	3.3. 15:00	17:10			nedef.
Ab.	P	S - Abnormalita		4.3. 06:07	4.3. 06:25	07:50			nedef.
Ab.	P	S - Abnormalita		4.3. 06:09	4.3. 07:50	08:10			nedef.
Ab.	P	S - Abnormalita		2.3. 13:04	4.3. 14:40	17:20			nedef.
Ab.	P	S - Abnormalita		5.3. 10:15	5.3. 14:50	16:20			nedef.
Projev závady: doplnit 4ks. regulačních stojanu Číslo abnormality: 2									
>>>>>>>> VÍCE VIZ. POZNÁMKY <<<<<<<<<<									

Obrázek 16 Evidence technického stavu zařízení (hlášení abnormalit do IT)

Název činnosti:	Typ činnosti:	Stav:	Ok
A - Abnormalita	P - Abnormalita	Zadáno	
Zařízení:	Část zařízení:	Storno	
Nové zařízení2	c		

Základní údaje	Poznámky	Pokyny
<input checked="" type="checkbox"/> Vznik abnormality: 17.7.2008 16:16 <input type="checkbox"/> Ukončení abnormality:	Kdo zaevidoval: _____	Přiděleno : A - ASŘ Datum a čas : 17.7.2008 16:17:10 Přidělit: _____
Projev závady: Žádný		

Obrázek 17 Karta abnormality v IT

6. Vždy na začátku směny kontrola informačního systému vedoucím pracovníkem
7. Tvorba harmonogramu odstraňování abnormalit podle důležitosti (plánování)
8. Odstranění abnormality
9. Zápis o odstranění abnormality do informačního systému
10. V pravidelných intervalech třídění abnormalit
11. Vyhodnocení pomocí frekvenční tabulky, histogramu, Paretova diagramu

## 12. Opravná opatření

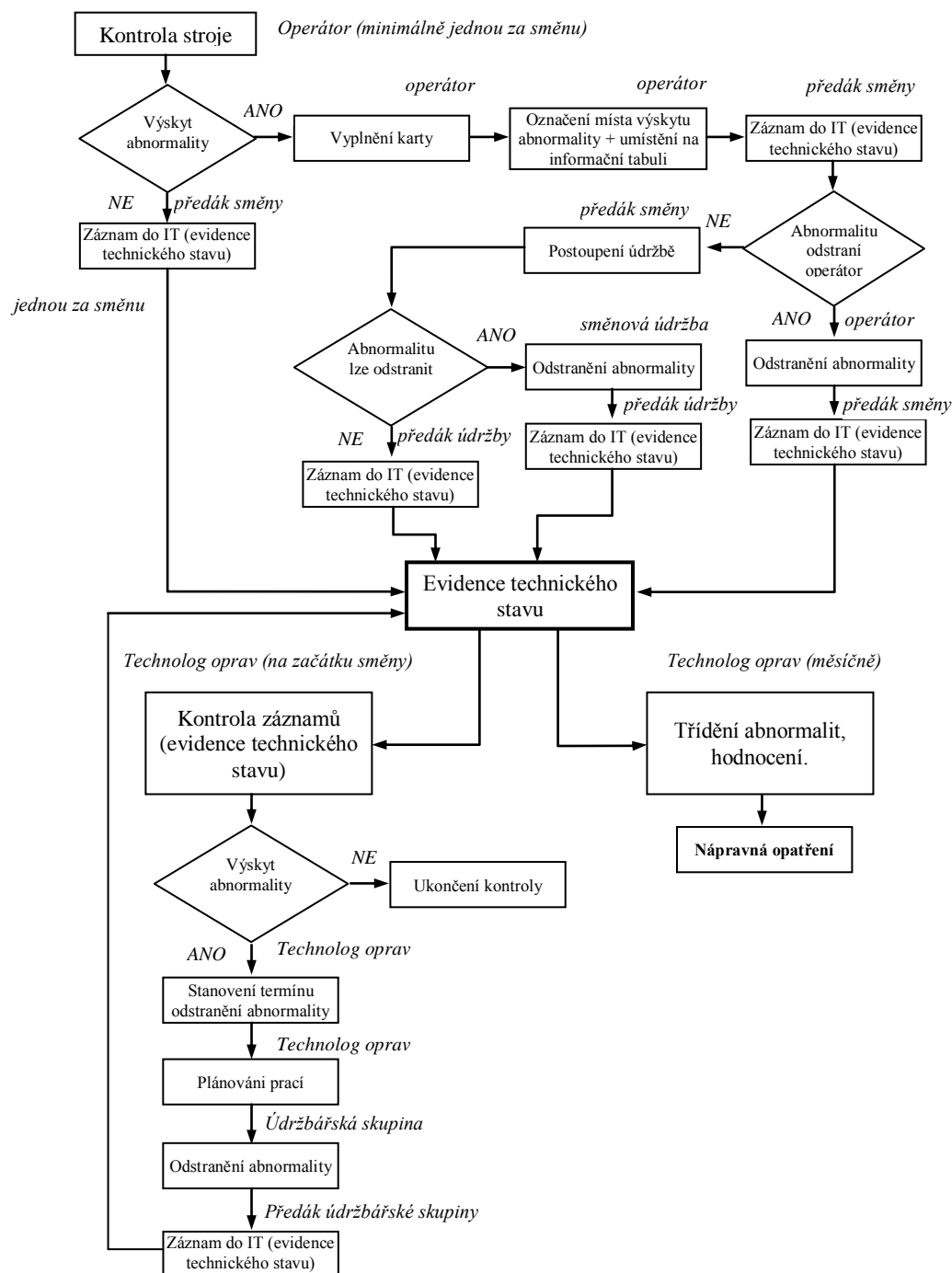
Paretův diagram se řídí pravidlem 80/20 (20% příčin ovlivňuje 80% výsledků). V praxi to znamená, že odstraněním 20% příčin vzniku abnormality odstraníme 80% abnormalit.

### **Postup při odstraňování abnormalit**

Na počátku denní směny provede kontrolu nově nahlášených abnormalit odpovědný pověřený pracovník údržby, zpravidla revizní zámečnick příslušného úseku. V případě, že se jedná o provoz vícesměnný, provede na směně kontrolu nově nahlášených abnormalit pověřená osoba dané směny, zpravidla předák směnové údržby. Podle charakteru a závažnosti abnormality a v závislosti na technických možnostech i časových možnostech (nutnosti odstávky PD), postupuje údržba na základě vzniklé situace. Mohou nastat tyto případy:

- Abnormalitu je možno odstranit pracovníky směnové údržby, případně některou z opravárenských skupin. Dojde k odstranění abnormality a příslušný pracovník provede zápis do informačního systému. Štítek identifikující místo abnormality může být odstraněn.
- Na základě složitosti (nutnosti odstávky PD, nutnosti speciálních opravárenských skupin, apod.) abnormalitu není možno odstranit na dané směně nebo v horizontu 24h, odstraňování abnormality se neprovádí. Pověřená osoba provede zápis o této skutečnosti do hlášení o průběhu směny. Abnormalita bude na nejbližší denní směně řešena technologií oprav. Technolog oprav určí termín odstranění a zodpovědnost za odstranění abnormality. Na základě této činnosti, provede technolog oprav zápis do evidence technického stavu (zápis musí obsahovat datum projednání, datum předpokladu odstranění abnormality). Technolog oprav provede úkony potřebné k odstranění abnormality.

### Postupové schéma



Obrázek 18 Postup při autonomní kontrole PD operátorem

### 6.5.5. Zavedení systému autonomní údržby

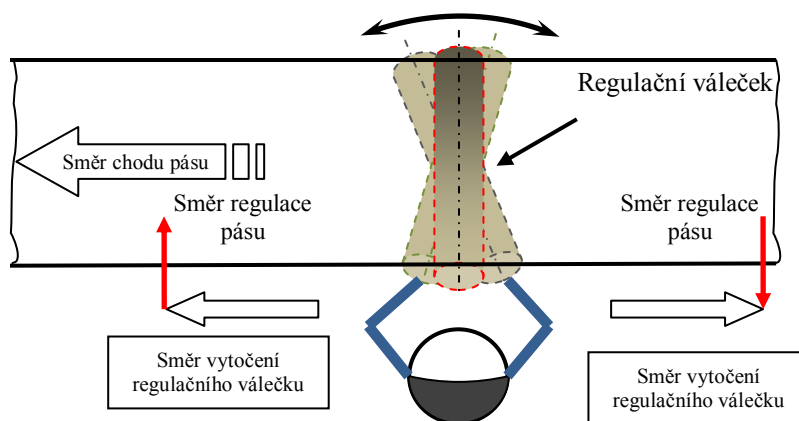
Autonomní údržba je činnost, pro kterou není potřeba zvláštní kvalifikace, specializovaného nářadí, přípravků a pomůcek. Činnost autonomní údržby dokáže provádět operátor samostatně, většinou okamžitě po objevení odchylky od standardu.

Činnost autonomní údržby musí být jasně definována a začleněna do systému autonomní údržby tedy činnosti, kterou nevykonávají údržbáři. Autonomní údržba PD zahrnuje práce, které souvisí se seřizováním a údržbou prováděnou na počátku směny. Činnost autonomní údržby je vždy na konci směny předákem směny zaznamenávána do systému evidence technického stavu. Vždy jednou měsíčně provede technolog oprav analýzu činnosti autonomní údržby a zajistí případná opatření směřující k snížení výskytu odchylek od definovaných standardů.

### Činnost autonomní údržby PD

- Seřizování pásu (zajištění optimální stopy pásu).

Nepřetržitě během celé doby směny je nutné kontrolovat a případně seřizovat optimální stopu pásového dopravníku. Pás PD se dokáže např. při navlhnutí, změně charakteru přepravovaného materiálu apod. vychýlit od optimální stopy, a tím zvýšit riziko poškození okrajů pásu. V extrémním případě může dojít i k přeložení pásu či roztržení. Tato činnost vyžaduje pouze znalost techniky vychylování válečkových stojanů od kolmice ke směru chodu pásu PD, viz obr. č. 19.



**Obrázek 19 Způsob seřizování optimální stopy pásu PD**

- Uvolňování zablokovaných válečků.

Zablokování válečků způsobuje materiál (kusový), který se vzpříčí mezi válečkem a držákem válečků. Váleček, který je zablokovaný, zvyšuje spotřebu elektrické energie (zvýšené tření). Dochází k zvýšenému opotřebení pásu PD, zvyšuje se hluk, pás nedrží

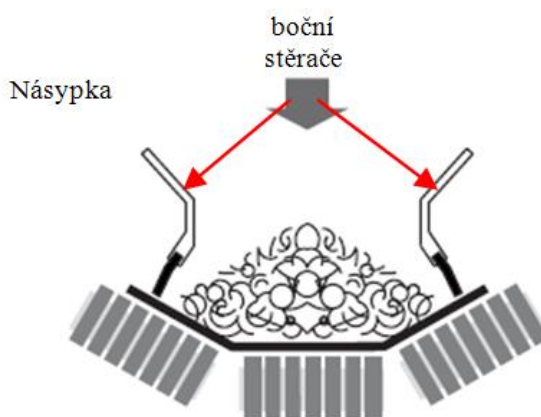
optimální stopu a v poměrně krátké době dojde k prodření pláště válečku, což zvýší riziko poškození pásu PD.

- Nasazování vyskočených válečků zpět do stojanu.

K vyskakování válečků ze stojanů dochází většinou pod násypkou. Příčinou je dopadání transportovaného materiálu na pás PD z velké výšky. V místě, kde chybí váleček, dochází ke kontaktu pásu s konstrukcí PD a může způsobit poškození povrchu pásu.

- Seřizování prvků, které zajišťují usměrňování přepravovaného materiálu (např. boční stěrače apod.).

Prvky, které usměrňují materiál (utěšňují prostor násypky a pásu), jsou v přímém kontaktu s pásem PD a dochází k jejich opotřebování. Netěsnosti mezi pásem a těmito prvky způsobuje zvýšený úlet prachových částí do okolí PD, a tím zvyšuje prašnost na pracovišti. Zmíněná netěsnost také způsobuje zvýšení rizika znečištění okolí PD přepravovaným materiálem (padání přepravovaného materiálu z dopravního pásu).



Obrázek 20 Ukázka bočního vedení pásu PD

## 6.6. Revizní činnost, plánovaná údržba

### 6.6.1. Revizní činnost

Účelem každé revizní činnosti je zjištění skutečného technického stavu strojního zařízení. V tomto případě jde o revizní činnost prováděnou na pásovém dopravníku (PD). Revizní činnost potřebná pro zjištění skutečného stavu PD lze rozdělit do dvou základních skupin.

První skupinou revizní činnosti je činnost prováděná na základě subjektivních poznatků. Do této skupiny patří revize založené na vizuálním charakteru. Tyto revize může provádět pouze osoba zkušená, odborně způsobilá a řádně zaškolená. Revizní činnost spadající do první skupiny je prováděna v určitých intervalech. Velikost intervalu je dána potřebami strojního zařízení a potřebou informací o stavu zařízení zejména při plánování oprav.

Do druhé skupiny patří revize objektivního charakteru. Tato revize je prováděna metodami nedestruktivní a bezdemontážní technické diagnostiky. Tato činnost vyžaduje patřičnou odbornost a patřičnou vybavenost diagnostickými prostředky. Revizní činnost druhé skupiny je proto určena odborným útvarům či outsourcingu. Na útvaru údržby je, aby prováděná revizní činnost spadající do této skupiny zajišťovala dle potřeby. Čas příštích revizí je určován na základě výsledků technické diagnostiky, na základě výsledků revizní činnosti subjektivního charakteru, nebo pro potřeby plánování oprav. Revize pomocí technické diagnostiky bývá prováděna pouze u významných technologických celků. Pásový dopravník nebývá považován za významný technologický celek. Přesto se domníváme, že pokud má být PD udržován dle skutečného stavu je technická diagnostika nepostradatelná.

### **Pracovní náplň revizních pracovníků**

- Technický dozor pásového dopravníku

Dozor při všech údržbářských činnostech prováděných na PD. Revizní pracovník dohlíží na činnost opravárenských skupin. Koordinuje jejich činnost, uděluje jim informace nezbytné pro jejich práci. Dohlíží na dodržování pracovních postupů. Je přítomen při přejímce provedených prací. O této činnosti musí být proveden zápis do evidence technického stavu PD.

- Zjišťování příčin havárií a poruch

Revizní pracovník je přítomen při všech poruchách a jeho činnost směřuje k objasnění příčin poruch. Podává návrhy na opatření k jejich zamezení. O této činnosti musí být proveden zápis do evidence technického stavu PD. Systém TPM směřuje k postupnému



odstranění příčin poruch, a proto po zavedení funkčního systému nebude třeba tuto činnost provádět.

- Dohlíží na činnost operátorů PD

Revizní pracovník dohlíží na činnost operátorů. Jedná se o kontrolu činnosti operátorů, která úzce souvisí se zajišťováním provozuschopnosti PD. V systému TPM se jedná o činnost autonomní údržby. O této činnosti musí být proveden zápis do evidence technického stavu PD.

- Účast při přejímkách

Revizní pracovník musí být přítomen při přejímání nových částí (konstrukčních, bezpečnostních apod.) PD. Dále musí být přítomen při přejímání PD po opravách všeho druhu (dekádní, střední, generální opravy, modernizace apod.). O této činnosti musí být proveden zápis do evidence technického stavu PD.

- Provádění revizních prohlídek

Na základě plánu revizních prohlídek případně na základě požadavku či mimořádné události (nahlášená výchylka od standardu apod.) provádí revizní pracovník revizi PD. Činnost revizních prohlídek je nejdůležitější činností v systému preventivní údržby a pro stanovení skutečného stavu PD. O této činnosti musí být proveden zápis do evidence technického stavu PD.

### **Charakteristika revizní činnosti**

Každá revizní činnost vyžaduje specifický přístup a specifickou odbornost. Mezi základní specifikace při provádění revizí PD patří:

- Revize ocelové konstrukce
- Kontrola činnosti autonomní údržby
- Revize funkčnosti bezpečnostních prvků
- Inspekce dodržování provádění předepsané údržby
- Kontrola dodržování plnění mazacího plánu
- Kontrola ložisek (technická diagnostika)
- Revize pohonu (technická diagnostika)

- Kontrola míry opotřebené vybraných částí (technická diagnostika)

Veškerá činnost revizního pracovníka je evidována v evidenci technického stavu. Pro přehlednost je provádění revizí na PD rozděleno do bloku, viz obr č. 12.

1. Pohon pásového dopravníku
2. Napínací stanice
3. Násypka
4. Výsypka
5. Hnací buben
6. Vratný buben (koncový buben)
7. Spodní větev PD
8. Horní větev PD
9. Přístupová cesta

### **6.6.2. Revizní činnost u pásového dopravníku**

Veškerá revizní činnosti prováděná na pásovém dopravníku je zpracována do samostatných bloků a je součástí přílohy č. 1.

### **6.6.3. Evidence revizní činnosti**

Revizní činnost, jak je patrné z předchozích kapitol, je rozdělená do osmi bloků a dále se dělí. Toto dělení revizní činnosti a rozsah revizní činností je pouze základní. Je však dostačující pro plnění pilotního projektu

Veškerá činnost revizních prohlídek (zejména čas a výsledek prohlídek) musí být zaznamenána do evidence technického stavu PD.

### **Hodnocení technického stavu revizním pracovníkem**

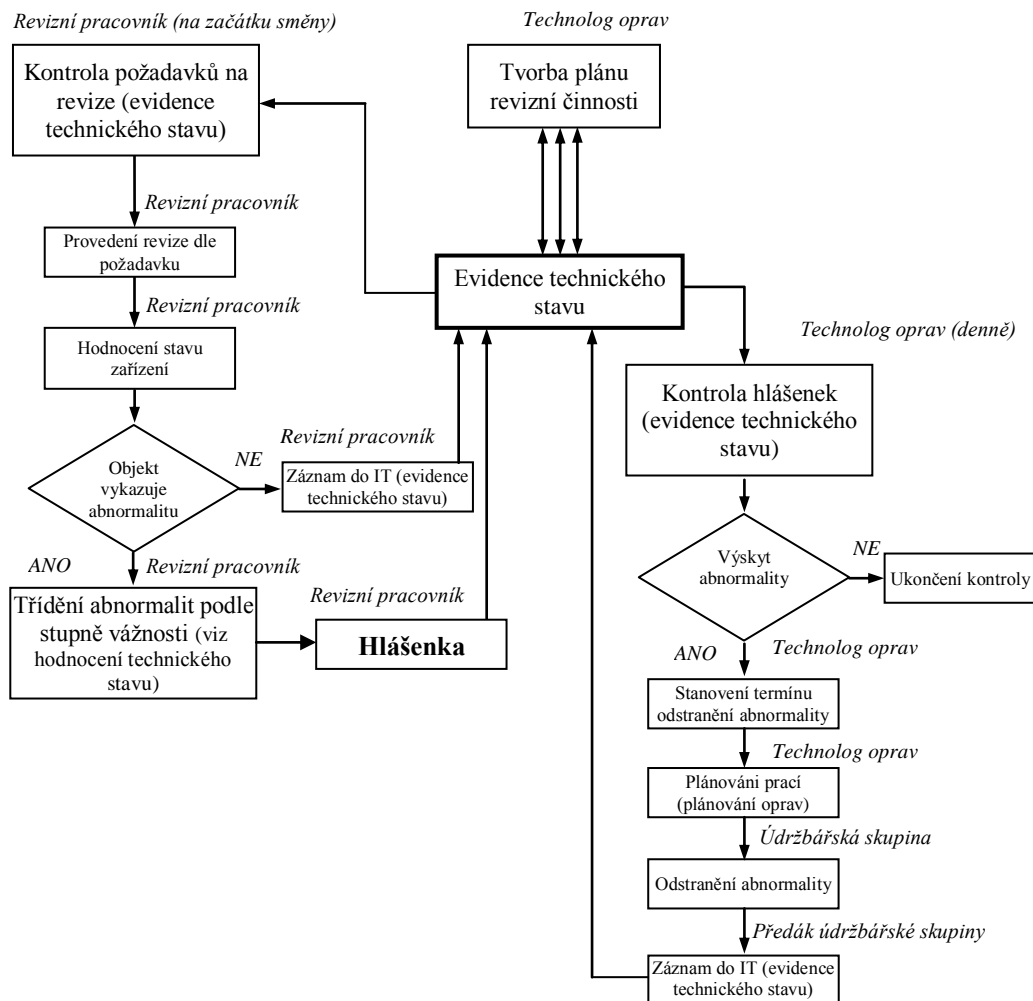
Každý objekt, který prošel revizí, musí být klasifikován. Klasifikace slouží pro stanovení skutečného stavu objektu. Za dostatečné považujeme klasifikování šesti stupni u subjektivní kontroly a dvěma stupni u objektivní kontroly. Klasifikace stavu objektu vyjadřuje pouze stav objektu hrubě, proto je třeba do zprávy revizního pracovníka

zapsat i upřesňující informace, tak aby technologovi oprav zpráva poskytla dostatečné informace potřebné pro plánování rozsahu prací.

**Tabulka 3 Klasifikace technického stavu objektu**

<b>Klasifikace stavu objektu subjektivní kontrolou</b>			
<b>klasifikace</b>	<b>stav</b>	<b>poškození</b>	<b>význam</b>
1	Výborný	Objekt je ve standardním stavu	Objekt nevyžaduje zásah údržby
2	Velmi dobrý	Objekt vykazuje mírné odchylky od standardu	Nápravná opatření mohou být provedena v horizontu jednoho roku (např. mírné opotřebení)
3	Dobrý	Odchylka od standardu vyžaduje nápravu	Nápravná opatření mohou být provedena v horizontu šesti měsíců (např. mírná netěsnost převodovky)
4	Špatný	Vysoké riziko vzniku poruchy	Nápravná opatření mohou být provedena v horizontu jednoho měsíce
5	Velmi špatný	Objekt vyžaduje zásah údržby při nejbližší plánované odstávce	Vysoký stupeň priority při plánování oprav
6	Havarijní stav	Stav objektu vyžaduje okamžitý zásah údržby	Nutnost okamžité odstávky. Vznik poruchy může ohrozit zdraví lidí, může způsobit ekologickou havárii či vysoké materiální škody.
<b>Klasifikace stavu objektu objektivní kontrolou</b>			
<b>klasifikace</b>	<b>stav</b>	<b>poškození</b>	<b>význam</b>
1	Výborný	Objekt je ve standardním stavu	Objekt nevyžaduje zásah údržby. Určení předpokládaného stavu a čas příští kontroly.
2	Špatný	Objekt vykazuje výchylku od normálu	Objekt vyžaduje zásah údržby.

### Postupové schéma revizní činnosti



Obrázek 21 Postup při provádění revizí a evidence revizní činnosti

### 6.7. Návrhy na změny při zajišťování provozuschopnosti

Činnost je zaměřená na využívání všech dostupných možností pro prodloužení životnosti PD jako celku i jeho jednotlivých částí. Činnost vyžaduje sledování nových trendů při zajišťování provozuschopnosti PD, sledování příčin opotřebení, sledování vytíženosti (časy práce PD).

Při návrhu nových prvků realizovatelných pro PD jsme využili produktovou nabídku výrobců těchto prvků. Zaměřili jsme se zejména na produkty, které mohou usnadnit práci operátorům nebo zcela vyloučit zásah operátora. Další skupinou produktů jsou produkty, které omezí činnost revizních pracovníků nebo je zcela zastoupí, zpřesní výsledky revizní a kontrolní činnosti a umožní provádět odhad zbytkové životnosti u vybraných prvků PD.

Poslední skupina je zaměřená na produkty, které prodlouží životnost některých částí PD, a tím sníží údržbovou náročnost PD.

### **Motivační činnost**

Motivační činnost je zaměřena zejména na vytvoření systému, kdy každý zaměstnanec, který má na svém pracovišti možnost přispět svými připomínkami či náměty k efektivnějšímu řízení a provádění údržby, musí být vyslechnut. Pro tento účel je potřeba zavést pravidelné pracovní porady, které budou zaměřeny na zvyšování kvalifikace pracovníků a řešení nedostatků při zajišťování provozuschopnosti podle skutečného stavu PD. Pracovní schůzky je potřeba vždy vyhodnotit a smysluplné náměty a připomínky realizovat v nejbližším možném termínu. Nejlepší náměty a připomínky je potřeba patřičně ohodnotit.

#### **6.7.1. Snížení vlivu operátora při zajišťování provozuschopnosti**

Výpis činností operátorů při zajišťování provozuschopnosti a zejména plnění úkolů autonomní údržby při dodržování a udržování standardu, již bylo popsáno v kap. č. 6.5. Jak je patrné z této kapitoly, mezi hlavní činnosti operátora PD je dodržování standardu čištění, standardu mazání, zajišťování plynulého toku transportovaného materiálu (funkce hlídače) a sledování technického stavu PD (hlášení abnormalit). Snahou této kapitoly je navrhnout taková opatření, která některé činnosti operátora PD převezmou na sebe.

#### **Hlídače optimální stopy pásu PD**

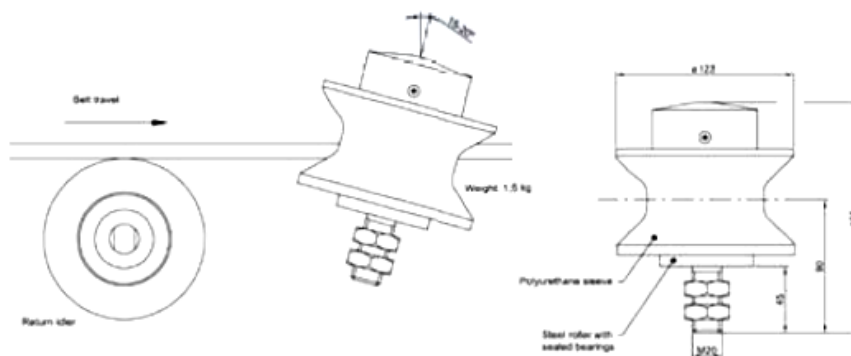
Dopravní pás PD je jednou z nejdůležitějších částí PD. Špatně seřízený pás (vybočení pásu) může způsobit několik typů poškození. Jelikož je pás PD jednou z nejdražších částí PD a seřizování pásu do optimální stopy operátory je komplikované, je třeba zvolit jiný systém regulace nejlépe samoregulace v kombinaci s kontrolními prvky. Mezi hlavní poruchy vybočení pásu jsou:

- poškození pásu stykem s ocelovými částmi konstrukce,
- poškození pásu vlivem nestandardního namáhání lámáním či tahem,
- poškození částí dopravníku kontaktem s vybočeným pásem,
- poškození součástí dopravníku namáháním od vybočeného pásu,
- poškození válečků a bubnů vybočeným pásem a spadáním materiálem,

- poškození od cizích předmětů (železné předměty apod.)
- ztráty materiálu propadem a přepadem.

### Hlídač

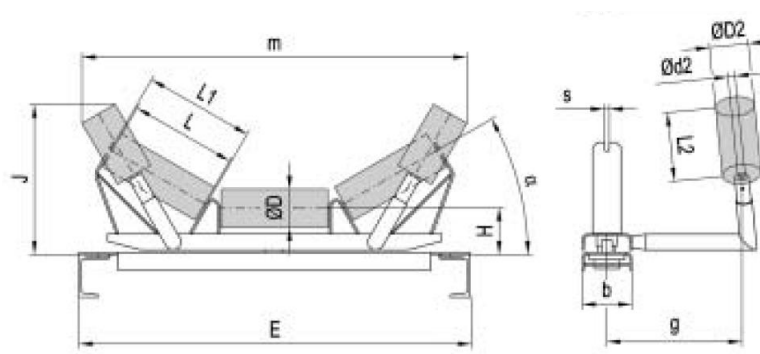
Hlídač je prvek, který zajišťuje, že nedojde k poškození pásu o ostré části konstrukce. Vhodně je umístit tyto prvky před bubny, tak aby pás na bubny najížděl v optimální stopě.



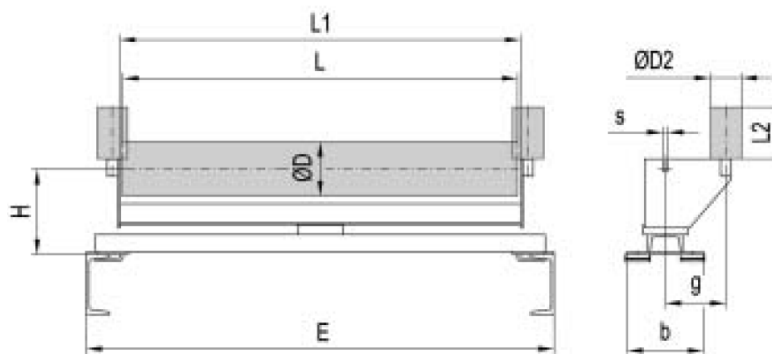
Obrázek 22 Hlídač [17]

### Samoregulační válečková stolice

Samoregulační válečková stolice zcela zastoupí činnost operátora při seřizování pásu do optimální stopy. Díky své konstrukci dokáže válečková stolice udržovat optimální stopu pásu pomocí hlídacích válečků po stranách stolice a schopnosti naklánět válečky. Doporučuje se samoregulační válečkovou stolicí umisťovat do 30 metrových úseků. Vždy však tak, aby měl pás optimální stolu pod násypkou, výsypkou a v místě najíždění na bubny hnací, koncový a napínací.



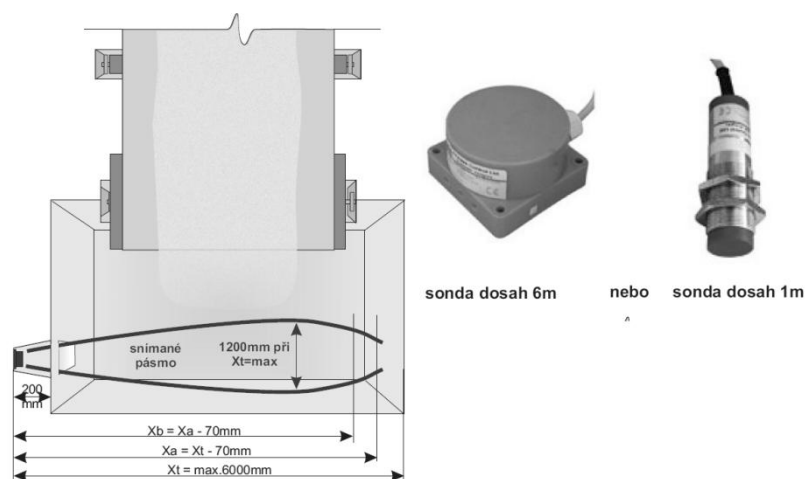
Obrázek 23 Samoregulační válečková stolice horní větve [21]



Obrázek 24 Samoregulační válečková stolice spodní větve [21]

### Hlídač závalu

Hlídač závalu, je zařízení využitelné všude tam, kde může transportovaný materiál zahltit násypku nebo výsypku díky své schopnosti přilnout k stěnám násypky nebo výsypky. Toto zařízení je schopno při zahlcení násypky materiálem zastavit přísun materiálu, a tím zabránit zasypání PD. Různých provedení hlídačů závalu je celá řada. Uvádíme pro názornost pouze jeden, který je řazen mezi bezdotykové snímače pracující na principu snímání vzdálenosti využitím ultrazvuku. Výhodou tohoto snímače je bezúdržbový provoz a aplikovatelnost i pro značně lepkavý materiál, kontroluje se pouze funkčnost. Snímač reaguje na hladinu materiálu v násypce (výsypce) PD a to tak, že snímač vysílá nastavenou vzdálenost ve formě binárního výstupu. Tento signál je přiveden do vyhodnocovací jednotky.



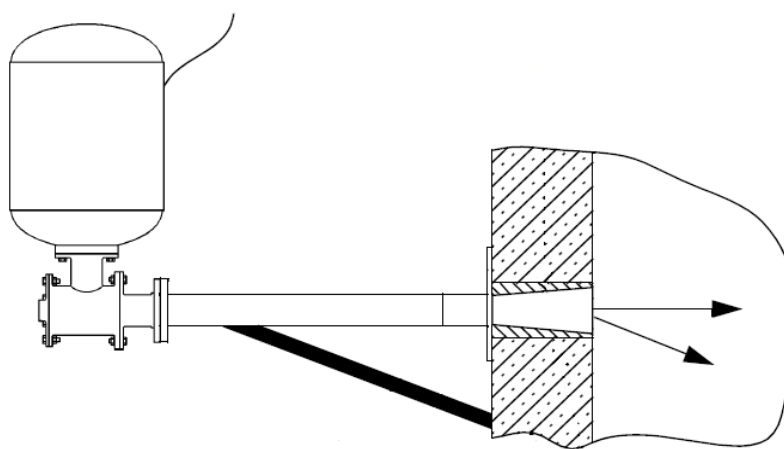
Obrázek 25 Hlídač závalu UMV – 1 [18]

### Hlídač kovových předmětů

Snímač kovových předmětů je určen k signalizaci přítomnosti kovových předmětů v materiálu na dopravní cestě, například na pásovém dopravníku. Cizí předměty v transportovaném materiálu, jako drápy bagrů, plechy uvolněné z vagonu apod. způsobují proražení či roztržení pásu PD. Poškození většinou způsobí odstavení PD a je nutná výměna pásu. U zařízení, kde je transport zajišťován kontinuálně je systém elektromagnetického snímání kovových předmětů jedinou možností jak uchránit pás PD od poškození.

### Sfoukávání násypky (výsypky)

Sfoukávání násypky (výsypky) zajišťuje energie stlačeného vzduchu, který je v požadovaném tlaku umístěn v tlakové nádobě s výstupem v prostoru násypky (výsypky). Pomocí elektroventilu, který je otevírán v časových intervalech, nebo na základě požadavku hlásiče závalu dochází k profuku násypky (výsypky), a tím uvolnění nalepeného materiálu z povrchu vnitřních stěn. V kombinaci s hlásičem závalu zajišťuje tento systém čištění násypky (výsypky) s minimálními nároky na asistenci operátora.



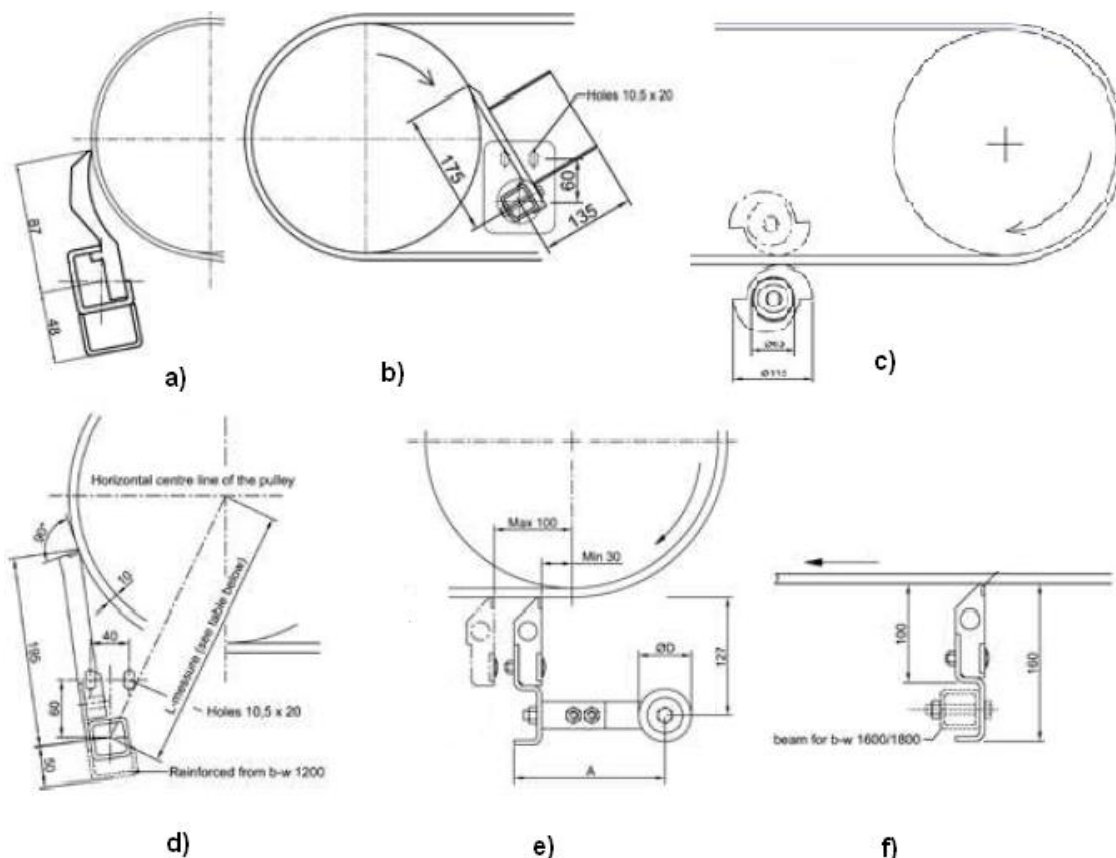
Obrázek 26 Sfoukávání násypky (výsypky) stlačeným vzduchem [19]

### Stírače

Stírač, je prvek pásového dopravníku, který zbavuje povrch pásu a plášť bubnů pásového dopravníku nečistot, které na nich ulpívají. Čím lepivější a vlhčejší materiál je přepravován, tím je stírač žádanější. Stírače plní úlohu čističe, což má ve svém důsledku význam pro zajištění čistoty prostoru kolem a pod pásem, dále je omezen prokluz hnacího bubnu, stopa pádu PD je stabilní a je sníženo opotřebení bubnů, válečků a povrchu pásu.



Stírače jsou běžně u pásových dopravníků instalovány, problém ale nastává ve vhodnosti instalovaných stíračů. Výrobci stíračů v současné době zaručují při správném umístění stírače maximální účinnost i několik měsíců, což sníží intervaly výměny stíracích elementů a náročnost na udržování čistoty PD.



- a) stírač umístěný na hnacím bubnu (čistí povrch pásu)
- b) stírač bubnu (čistí povrch bubnu)
- c) stírač umístěný na spodní větvi pásu
- d) stírač umístěný na hnacím bubnu
- e) stírač umístěný na spodní větvi pásu (za koncovým bubnem)
- f) stírač umístěný na spodní větvi pásu

Obrázek 27 Typy stíračů [17]

### 6.7.2. Náhrada subjektivní revize revizi objektivní

Náhrada činnosti revizního pracovníka technickou diagnostikou při revizní činnosti prováděné na zařízení PD je opodstatněné v těchto případech:

- Typ revizní činnosti vyžaduje vysokou odbornost a zkušenost revizního pracovníka

- Revizní činnost je náročná na čas
- Intervaly mezi revizemi jsou krátké (např. revize prováděné denně)
- Špatná subjektivní revize může způsobit vysokou finanční ztrátu
- Objektivní revize je přesnější
- Určení zbytkové životnosti

Na zařízení PD je ze zmíněných důvodů vhodné využít prostředků technické diagnostiky zejména v těchto případech:

- a) Trvalý monitoring stavu ložisek elektromotoru (monitoring teploty a vibrací)
- b) Trvalý monitoring ložisek převodovky (monitoring teploty a vibrací)
- c) Při hodnocení míry opotřebení strojních součástí (měření tloušťky) používat přístroj na měření tloušťek „ultrazvukový tloušťkoměr“.
- d) Při kontrole uložení (souososti) elektromotor-převodovka, převodovka-hnací buben používat vhodný přístroj využívající laserový paprsek pro přesné zaměření např. přístroj TMEA 2 [16]
- e) Pro potřeby hodnocení životnosti strojních součástí nabudovat systém pro zaznamenávání časů kdy je PD v provozu (provoz v zátěži, chod na prázdno a zařízení v klidu).
- f) Pro hodnocení opotřebení a míry poškození pásu PD používat vhodný diagnostický přístroj [20]

### 6.7.3. Optimalizace prvků PD

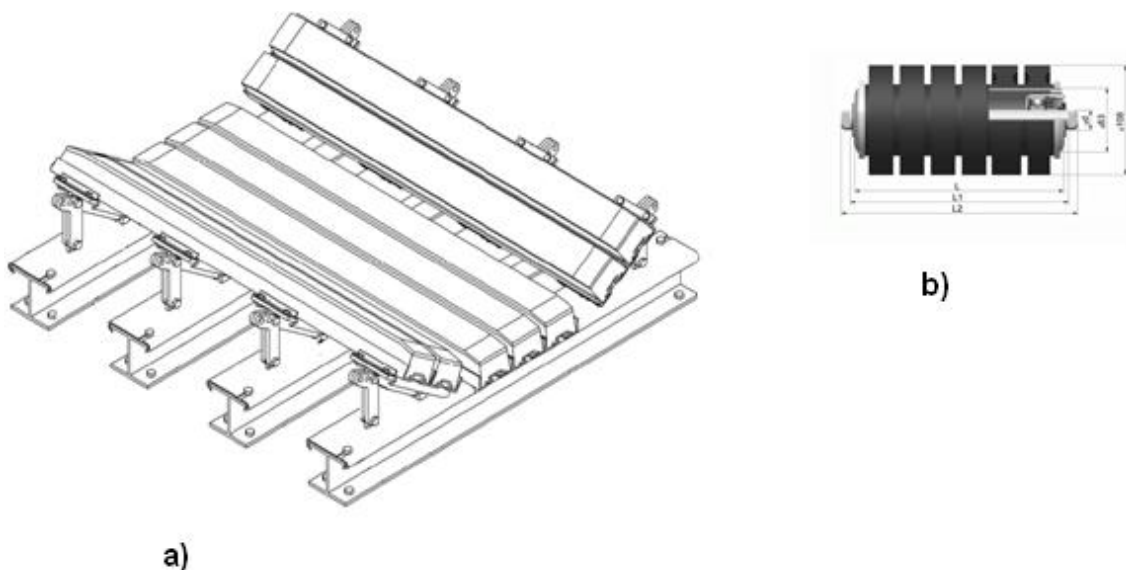
Při nákupu válečků PD je kladen největší důraz na cenu. Cena vždy hraje významnou roli, i když toto kritérium pro volbu náhradního dílu není dostatečně opodstatněné. Pro správnou volbu válečků PD je třeba sledovat jejich životnost v jednotlivých úsecích PD. Pokud jsou na celém úseku PD používány válečky základní nabídkové řady, pak platí:

- a) Nejkratší životnost mají válečky pod násypkou, kde je zvýšené zatížení válečků způsobeno padáním transportovaného materiálu z velké výšky.
- b) Krajní válečky ve válečkové stolici horní větve ztrácí svou životnost díky pronikání částeczek prachu a stékání vody mezi hřídel a prachovku umístěnou v čele válečku, v celém úseku horní větve PD.

- c) Hladké válečky spodní větve mají schopnost navalovat na sebe nečistotu, tím dochází k zvyšování hmotnosti válečků a následně k zvýšení jejich zátěže.

### Návrh opatření

ad a) Pod násypkou použít válečky, které snesou vyšší zátěž a jsou schopny částečně pohltit kinetickou energii dopadajícího materiálu. Druhou variantou, je náhrada válečků řadou kluzných lišt tzv. dopadové lože, které snáší lépe zátěž od dopadajícího materiálu a zabráňuje proražení pásu PD.



Obrázek 28 a) dopadové lože [19], b) dopadový váleček [21]

ad b) Krajní válečky ve válečkové stolici horní větve nahradit válečky, které mají lepší zajištění ložisek proti pronikání vody a prachu např. systémem několika prachovek za sebou.



Obrázek 29 Systém několika ucpávek za sebou [22]

ad c) Hladké válečky nahradit válečky diskovými. Diskové válečky mají oproti klasickým hladkým válečkům tu výhodu, že se jejich povrch neznečišťuje, a tedy nedochází k nalepování nečistot na povrch válečku.

#### **6.7.4. Identifikace prvků pásového dopravníku**

Každý prvek PD má svou specifickou životnost. Běžnou praxí je evidence a identifikace např. převodovky pohonu PD, elektromotoru apod., ale evidence a identifikace jednotlivých prvků převodovky či elektromotoru umožní sledovat jejich životnost samostatně a ne jako celek. Systém sledování jednotlivých prvků PD umožní provádět analýzy o zbytkové životnosti jednotlivých prvků samostatně. Pomocí identifikačního systému lze pořizovat životopisy nejen u technologických celků, ale i u jejich jednotlivých prvků. Identifikační systém musí splňovat určité předpoklady:

- Musí být součástí informačního systému PD
- Finanční náklady na pořízení musí být minimální
- Identifikace musí být jedinečná a nezaměnitelná
- Identifikace musí odolávat provozním vlivům (odolnost proti povětrnostním vlivům, vodě, teplotě, apod.)

Vhodnou formou identifikace je např. systém nálepek s čárovým kódem nebo systém identifikačních čipů.

##### **Postup realizace**

Každý prvek PD je označen identifikačním kódem. Kód se skládá z části, která prvek identifikuje v systému náhradních dílů a z části, která prvek identifikuje na konkrétním strojním zařízení. Prvek je zaevidován do systému evidence technického stavu. V případě vyjmutí prvku ze systému za účelem opravy či vyřazení z provozu je pomocí vhodné identifikační čtečky prvek identifikován a daná skutečnost zaevidována do systému evidence technického stavu. Stejný systém lze využít u identifikace náhradních dílů PD.

Mezi hlavní důvody identifikačního systému patří pořizování životopisů jednotlivých strojů a jejich částí. Jejich snadná analýza a hodnocení jejich účelnosti (hodnocení jejich slabiny a přednosti). Hodnotí se, jak často se jednotlivé skupiny a jejich jednotlivé prvky opravují a co tvoří náplň jejich oprav.

### 6.7.5. Outsourcing

Definice outsourcingu je popsána v kap. 2.4.5. Dle zásad outsourcingu a optimalizace údržby, je potřeba některé činnosti údržby pásového gumového dopravníku vyčlenit pro specializované pracoviště. Jedná se o činnosti, které vyžadují speciální přístroje, nástroje, nářadí a patřičnou odbornost a kvalifikovanost personálu. Mezi činnosti, které je při zajišťování provozuschopnosti pásového dopravníku potřeba vyčlenit pro externí firmy, patří:

- Péče o gumový pás PD.
  - Péče o gumový pás zahrnuje revizní činnost, která je prováděná dle požadavku technologa oprav a zahrnuje kontrolu spojů, kontrolu opotřebení povrchu pásu, kontrolu poškození a vad pásu, evidenci jednotlivých částí pásu a evidenci jednotlivých spojů. Provádění výměny pásu, provádění oprav pásu a zajišťování náhradních pásů. Firma provádějící tyto práce musí být schopná vyhovět požadavkům technologa oprav po stránce kvalitativní i kvantitativní. Firma musí buď přímo, nebo prostřednictvím pověřené osoby provádět zápisy o své činnosti do evidence technického stavu PD.
- Diagnostika olejové náplně převodovky PD
  - Analýza jakosti a kvality olejové náplně převodovky PD je určená pro certifikované pracoviště patřičně na tuto činnost vybaveného. Tato činnost je prováděna na základě požadavků technologa oprav, který zajistí potřebný odběr vzorků. O výsledcích analýz je vyhotoven písemný protokol. Technolog oprav zajistí zápis výsledků z těchto analýz do evidence technického stavu PD.
- Provádění technické diagnostiky vybraných objektů PD
  - U zařízení, které jsou diagnostikovány nepřetržitě, provádí firma zkoušky funkčnosti, kalibraci a údržbu. Dle požadavku technologa oprav provádí firma technickou diagnostiku vybraných objektů (ložisek bubnů apod.). Výsledky technické diagnostiky předává technologovi oprav, který zajistí zápis do evidence technického stavu PD.
- Protikorozní ochrana, údržbové nátěry ocelové konstrukce PD

- Je to činnost prováděná na základě požadavků technologa oprav. Veškeré nátěry ocelových konstrukcí musí být evidovány do evidence technického stavu PD pro budoucí stanovování údržbových nátěrů. Hodnocení nátěrů viz kap. 6.8.1

## **6.8. Tvorba pracovních postupů, revizních postupů**

Tvorba pracovních a revizních postupů v oblasti údržby a péče o pásový dopravník je komplikovaná a rozsáhlá a přesahuje rámec této diplomové práce zejména z důvodů rozmanitosti a rozsáhlosti údržbářských prací. Na tvorbě pracovních a revizních postupů se musí podílet technolog oprav, bezpečnostní technik, mistr strojní údržba a pověřená osoba zastupující provozování pásového dopravníku. Dalším kritériem, je postupovat dle platných zákonů, předpisů a norem zejména u vybraných technických zařízení. Tvorba revizních a pracovních postupů vychází z datové základny a je vypracována za účelem sjednocení pracovních činností.

Pro názornost je součástí této diplomové práce vypracován postup provádění revizí ochranných nátěrů a metodika navrhování údržbových nátěrů dle doporučení platných ČSN norem.

### **6.8.1. Metodika revizí ochranných nátěrů a navrhování údržbových nátěrů**

#### **Zpracování specifikací pro údržbové nátěry [25]**

Základní zohlednění skutečnosti při návrhu udržovacích nátěrů ve smyslu: “bude se provádět kompletní obnova či částečná obnova ochranného nátěrového systém“:

- Požadavky na životnost
- Vliv prostředí a ostatní vlivy
- Příprava povrchu
- Charakter jednotlivých vrstev (základní, vrchní, ...)
- Hodnocení původního povrchu
- Typ nátěru
- Způsob aplikace
- Místo aplikace (dílna, stavba)
- Náročnost přípravy, aplikace, kontroly

- Zohlednění ochrany životního prostředí
- Dodržení ochrany zdraví a bezpečnost práce
- Zohlednění budoucí údržby

Body, které je nutno ve specifikacích zpracovat, jsou uvedeny v normě

ČSN EN ISO 12944–8

- Obsah projektové specifikace (tabulka 1)
- Obsah specifikace nátěrového systému (tabulka 2)
- Obsah specifikace natěračských prací (tabulka 3)
- Obsah specifikace inspekce a hodnocení (tabulka 4)

### **Vývojové fáze pro plánování údržbových prací**

Začátek  $\Longrightarrow$  Stanovení předpokládané či požadované životnosti konstrukce  $\Longrightarrow$   
Stanovení důležitosti prací  $\Longrightarrow$  Zahrnutí do ročního plánu údržbových prací  $\Longrightarrow$   
Stanovení korozního namáhání  $\Longrightarrow$  Odhad náročnosti a objemu prováděných prací  
 $\Longrightarrow$  Stanovení typů a míry poškození původního nátěru  $\Longrightarrow$  Stanovení přípravy  
povrchu, výběr nátěrového systému, způsob aplikace, ověření kompatibility starého  
a nového nátěrového systému v případě že nedojde k úplnému odstranění starého nátěru  
 $\Longrightarrow$  Stanovení ochrany popř. demontáže dílů, které se natírat nebudou  $\Longrightarrow$  Opravy  
(zesílení, výměna, ...) míst, kde korozní úbytek materiálu překročil požadovanou mez  
 $\Longrightarrow$  Vyhodnocení vlivu pracovního prostředí na bezpečnost (vítr, slunce, teplota, ...)  
 $\Longrightarrow$  Příprava podkladů pro výběr zhotovitele díla  $\Longrightarrow$  Výběr zhotovitele díla  
výběrem  $\Longrightarrow$  Provedení prací  $\Longrightarrow$  Zhotovení kontrolních ploch  $\Longrightarrow$  Inspekční  
práce a kontrolní činnost (zahrnuje všechny fáze prací)  $\Longrightarrow$  Předání hotového díla  
(včetně dokumentace a výsledků kontrolní činnosti)  $\Longrightarrow$  Kontrola kvality před koncem  
garanční doby  $\Longrightarrow$  Pravidelné inspekční kontroly kvality  $\Longrightarrow$  Konec.

### **Hodnocení stavu původního nátěru**

Hodnocení stavu původního nátěru je důležitým krokem pro určení, zda je nutné provést údržbový nátěr, popřípadě kdy je nutné provést údržbový nátěr. Další parametr, který lze získat touto činností je požadovaný stupeň přípravy podkladu. Klasifikace defektů a jejich velikost se dělí do několika skupin:

- Hodnocení stupně puchýřkování
- Hodnocení stupně prorezivělosti

- Hodnocení stupně praskání
- Hodnocení stupně odlupování
- Hodnocení stupně křídování (metoda samolepící pásky, metoda sametu)
- Hodnocení stupně delaminace a koroze kolem řezu
- Hodnocení stupně nitkové koroze

### Obecné principy systému klasifikace

Klasifikuje se pomocí číselné stupnice od 0 do 5, přičemž 0 značí žádné defekty nebo změny a 5 znamená tak výrazné změny, že další rozlišování nemá smysl. Lze používat i mezistupně pokud to daná situace vyžaduje.

**Tabulka 4 Klasifikace množství defektů**

Klasifikace	Množství defektů
0	Žádné, tj. žádné zjištěné defekty
1	Velmi málo, tj. malý téměř nevýznamný počet defektů
2	Málo, tj. malý, ale důležitý počet defektů
3	Mírný počet defektů
4	Značný počet defektů
5	Povrch hustě pokryt defekty

**Tabulka 5 Klasifikace velikosti defektů**

Klasifikace	Velikost defektů
0	Neviditelný bez desetinásobného zvětšení
1	Viditelný pouze při zvětšení do desetinásobku
2	Viditelný pouhým okem nebo s korekcí zrakových vad
3	Zřetelně viditelný prostým okem nebo s korekcí zrakových vad (do 0,5 mm)
4	0,5 mm až 5 mm
5	Větší než 5 mm

**Tabulka 6 Klasifikace intenzity změn**

Klasifikace	Intenzita změn
0	Beze změn, tj. žádná zřetelná změna
1	Velmi malá, tj. právě rozpoznatelná změna
2	Malá, tj. zřetelně rozpoznatelná změna
3	Mírná tj. velmi zřetelně rozpoznatelná změna
4	Zřetelná, tj. výrazná změna



5	Velmi zřetelná změna
---	----------------------

**Příklad vyjádření hodnocení:**

pro tabulku č. 4 a č. 5 – Odlupování, stupeň odlupování 2 (S3) > (množství = 2, velikost = 3)

Lze přidat i doplňující text (např. omezeno na hrany). Vždy je třeba určit rozměry hodnocené plochy nebo procentový poměr hodnocené plochy k celkové ploše.

pro tabulku č. 6 – např. křídování 4,

Vždy je třeba určit rozměry hodnocené plochy nebo procentový poměr hodnocené plochy k celkové ploše.

**Protokol o zkoušce musí obsahovat minimálně:**

- Všechny podrobnosti nutné pro identifikaci ověřovaného nátěru
- Odkaz na příslušnou normu, podle které bylo hodnocení provedeno
- Datum hodnocení
- Informace o použitém osvětlení
- Specifikace kontrolovaného povrchu
- Výsledky hodnocení

**Hodnocení stupně puchýřkování**

Množství a velikost puchýřků se hodnotí podle vzorkových obrázkových standardů, které jsou součástí příslušné normy.

**Hodnocení stupně prorezivělosti (Ri)**

Množství a velikost puchýřků se hodnotí podle vzorkových obrázkových standardů, které jsou součástí příslušné normy.

**Tabulka 7 Stupeň prorezivění a plocha s výskytem rzi**

Stupeň prorezivění	Plocha s výskytem rzi v %
Ri 0	0
Ri 1	0,05
Ri 2	0,5
Ri 3	1

Ri 4	8
Ri 50	40 až 50

### Hodnocení stupně praskání

Množství a velikost puchýřků se hodnotí podle vzorkových obrázkových standardů, které jsou součástí příslušné normy.

**Tabulka 8 Číselné schéma pro klasifikaci množství prasklin**

Klasifikace	Množství prasklin
0	Žádné, tj. žádné zjištěné praskliny
1	Velmi málo, tj. malý téměř nevýznamný počet prasklin
2	Málo, tj. malý, ale důležitý počet prasklin
3	Mírný počet prasklin
4	Značný počet prasklin
5	Povrch hustě pokryt prasklinami

Klasifikace velikosti prasklin se hodnotí dle tab. č. 4. Dalším ukazatelem při hodnocení prasklin je hloubka prasklin (a, b, nebo c), např.:

Praskání, stupeň praskání 2 (S3) b

### Hodnocení stupně odlupování

Množství a velikost puchýřků se hodnotí podle vzorkových obrázkových standardů, které jsou součástí příslušné normy.

**Tabulka 9 Klasifikace rozsahu odlupování**

Klasifikace	Plocha vykazující odlupování v %
0	0
1	0,1
2	0,3
3	1
4	3
5	15

**Tabulka 10 Klasifikace velikostí ploch vykazující odlupování**

Klasifikace	Velikost plochy vykazující odlupování
Ri 0	Neviditelné bez desetinásobného zvětšení

Ri 1	do 1 mm
Ri 2	do 3 mm
Ri 3	do 10 mm
Ri 4	do 30 mm
Ri 5	větší než 30 mm

Dalším faktorem, pokud ho lze určit, se definuje hloubka odlupování (nátěr odlupující se od mezivrstvy (a), odlupování celého nátěru od podkladu (b)).

### **Hodnocení stupně křídování (metoda samolepící pásky, metoda sametu)**

#### **a) Metoda samolepící pásky**

Křídování se odstraní z nátěru pomocí samolepící průsvitné pásky. Křídování ulpělé na pásce se hodnotí pomocí referenčních vzorků příslušné normy.

#### **b) Metoda sametu**

Nepřílnavý prášek se pomocí vhodné tkaniny odstraní z hodnoceného nátěru. Hodnotí se intenzita ulpění na tkanině. Hodnocení se provede porovnáním s klasifikační stupnicí. Klasifikace se provede dle tabulky č. 3.

Nečistoty na povrchu nátěru mohou nepříznivě ovlivnit hodnoty stupně křídování zejména nátěry vystavené povětrnosti.

### **Hodnocení stupně delaminace a koroze kolem řezu**

Na zkušebním vzorku s nátěrem, který je opatřen řezem, se po expozici v korozním prostředí hodnotí delaminace, nebo koroze. Stupeň delaminace a koroze se hodnotí buď měřením a výpočtem, nebo porovnáním řezu s obrazovými příklady, znázorněnými v příslušné normě. Obecně platí, že výpočet se upřednostňuje před obrazovým hodnocením. Postup provedení zkoušky a její následné vyhodnocení je popsán v normě ČSN EN ISO 4628 – 8.

### **Hodnocení stupně nitkové koroze**

Používají se dva stupně hodnocení nitkové koroze.

- a) Nitková koroze vyskytující se pravidelně
- b) Nitková koroze vyskytující se nepravidelně

Nitková koroze je koroze vyskytující se pod povlakem z nátěrové hmoty nebo z podobných výrobků, ve tvaru nitek, obecně vzniká od nepokrytých hran místního poškození nátěru. Hodnota nitkové koroze se vyjádří např.:

Nitková koroze, L5/M3 kde L je délka nejdelší nitky a M je délka nejběžnější nitky. Určování jednotlivých parametrů nitkové koroze je popsáno v normě ČSN EN ISO 4628 -10.

### Klasifikace vnějšího prostředí

Korozní namáhání, které odpovídá určitému prostředí nebo kategorii korozní agresivity, je významným parametrem pro volbu vhodného povlakového systému protikorozní ochrany.

Atmosférická koroze, jak již vyplývá z názvu, je koroze, která působí na konstrukci, která přichází do styku s atmosférou. Největší podíl na vznik koroze je přítomnost vlhkosti v atmosféře. Korozní rychlost ovlivňuje zejména relativní vlhkost, kondenzace vodních par na konstrukci, zplodiny v atmosféře produkované lidskou činností).

Další významný typ korozního prostředí je voda a půda. Konstrukce přicházející do styku s těmito korozními prostředími je třeba věnovat speciální péči.

### Stupně korozní agresivity atmosféry

**Tabulka 11 Klasifikace korozní agresivity**

Klasifikace	Korozní agresivita
C 1	velmi nízká
C2	nízká
C3	střední
C4	vysoká
C5-I	velmi vysoká (průmyslová)
C5-M	velmi vysoká (přímořská)

Pro stanovení stupně korozní agresivity se doporučuje hodnocení úbytku hmotnosti nebo tloušťky standardních vzorků zhotovených z nízkolegované oceli anebo zinku po prvním roce expozice. Přehled těchto korozních úbytku je v tabulce č. 12

Tabulka 12 Stupně korozní agresivity atmosféry a příklady typických prostředí

Stupně korozní agresivity	Úbytek hmotnosti na jednotku plochy/ úbytek tloušťky (po prvním roce expozice)				Příklady typických prostředí mírných klimatických pásem (pouze informativní)	
	Uhlíková ocel		Zinek		Venkovní	Vnitřní
	Úbytek hmotnosti g/m <sup>2</sup>	Úbytek tloušťky μm	Úbytek hmotnosti g/m <sup>2</sup>	Úbytek tloušťky μm		
C 1 Velmi nízká	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1		Vytápěné budovy s čistou atmosférou
C 2 Nízká	> 10 až 200	>1,3 až 25	>0,7 až 5	>0,1 až 0,7	Atmosféry s nízkou úrovní znečištění (venkovské prostředí)	Nevytápěné budovy (sklady, haly)
C 3 Střední	> 200 až 400	> 25 až 50	> 5 až 15	> 0,7 až 2,1	Městská a průmyslová atmosféra s min. znečištěním oxidem siřičitým	Výrobní prostory s vysokou vlhkostí a malým znečištěním ovzduší
C 4 Vysoká	> 400 až 650	> 50 až 80	> 15 až 30	> 2,1 až 4,2	Průmyslové prostředí a přímořské prostředí s mírnou Salinitou	Chemické závody, plavecké bazény, loděnice a doky
C5-I Velmi vysoká (průmyslová)	> 650 až 1500	> 80 až 200	> 30 až 60	> 4,2 až 8,4	Průmyslové prostředí s vysokou vlhkostí a agresivní atmosférou	Budovy s převážně trvalou kondenzací a vysokým znečištěním ovzduší
C5-M Velmi vysoká (přímořská)	> 650 až 1500	> 80 až 200	> 30 až 60	> 4,2 až 8,4	Přímořské prostředí s vysokou Salinitou	Budovy s převážně trvalou kondenzací a vysokým znečištěním ovzduší

Tabulka 13 Kategorie vody a půdy

Stupeň	Prostředí	Příklady
Im 1	Sladká voda	Vodní stavby
Im 2	Mořská nebo poloslaná voda	Ocelové stavby v přístavech jako stavidla, výpusti, plavební komory
Im 3	Půda	V zemi uložené nádrže, ocelové potrubí, ocelové piloty

### Příprava povrchů podkladů

Příprava povrchu podkladu významně ovlivní životnost následně aplikovaného protikorozního ochranného systému. Nesprávně stanovený rozsah prováděných prací

přípravy povrchu podkladu může významně navýšit celkovou cenu prováděných údržbových nátěrů. Pro stanovení stupně očištění povrchu podkladu musíme brát zřetel na jakost podkladu. Očištění povrchu podkladu musí být dostatečné, ale přiměřené stavu podkladu, jinak nedosáhneme ideálního poměru mezi požadovanou kvalitou a vynaloženými náklady. Pro stanovení kvality podkladu (původního nátěru) provedeme hodnocení podle kap. „Hodnocení stavu původního nátěru“, nebo podle normy ČSN EN ISO 4628 – 1 až 10 a ČSN EN ISO 8501 – 2. Na základě takto stanovené kvality původního nátěru se stanoví stupeň očištění povrchu. Pro stanovení stupně zarezavění nenatřených ploch se hodnotí čtyřmi stupni (A, B, C, D) dle ČSN EN ISO 8501-1.

Dalším kritériem je rozsah čištění:

- celkové – Proveďte se očištění celého povrch.
- částečné – Proveďte se očištění pouze určených míst

Každý způsob čištění má své označení, které definuje metodu čištění a stupeň čištění. Toto označení udává norma ČSN EN ISO 8501 – 1.

**Tabulka 14 Stupně otryskání**

Klasifikace	Stupeň otryskání
Sa 1	Lehké otryskání
Sa 2	Důkladné otryskání
Sa 2½	Velmi důkladné otryskání
Sa 3	Otryskání až na vizuálně čistý ocelový plech

**Tabulka 15 Stupně ručního a mechanizovaného čištění**

Klasifikace	Stupeň ručního a mechanizovaného čištění
St 2	Důkladné ruční a mechanizované čištění
St 3	Velmi důkladné ruční a mechanizované čištění

Hodnocení provedeného očištění se provede vizuálně pomocí fotografického vzoru, které jsou součástí normy ČSN EN ISO 8501 – 2. Pro hodnocení již dříve natřených povrchů, které byly připravené pro obnovu nátěru, lze použít pouze fotografie stupně zarezavění D nebo C (např. D Sa 2 nebo C Sa 2). Otryskáním a mechanizovaným čištěním se zabývá série norem ČSN EN ISO 8504. Tato série norem popisuje, podle jakých kritérií se volí např. otryskávací materiál, nářadí pro mechanizované očištění apod.

### **Vliv síranu železa na přilnavost nátěru**

Síraný železa nejsou ve rzi rozmístěny rovnoměrně, ale vytváří hnízda. Tato hnízda mají vyšší koncentraci. Další faktor míry koncentrace síranu železa je míra znečištění atmosféry. Přítomnost rozpustných síranů a vody v přilnavé vrstvě rzi podporuje průběh koroze oceli. Je-li údržbový nátěr aplikován na takto znečištěný podklad, je velmi pravděpodobné, že dojde k podkorodování, a tím se významně zkrátí životnost provedeného údržbového nátěru [22].

**Tabulka 16 Příпустné množství síranů a chloridů na natíraném kovovém povrchu v mg/m<sup>2</sup>**

Pro nátěry tloušťky (μm)	Množství chloridů (mg/m <sup>2</sup> )	Množství síranů (mg/m <sup>2</sup> )
150–200	10–70	100–160
nad 200	100–500	500–1000

### Nátěrové hmoty

Nátěrové systémy, které se aplikují na povrch, jenž není zbavený starého nátěru úplně, musí být navrhovány s ohledem na kompatibilitu k starému nátěru. Ověření kompatibility se provede na základě informací o starém nátěru (pokud jsou k dispozici), konzultacích s výrobcem údržbového nátěru nebo na základě zkoušek kompatibility starého nátěru s nátěrem novým. Jako základní zkoušky lze zmínit zkoušku přilnavosti mřížkovou zkouškou ČSN EN ISO 2409, odtrhovou zkouškou přilnavosti ČSN EN ISO 4624.

Před samotnou volbou nátěrového systému si musíme uvědomit základní pravidla pro návrh údržbového nátěrového systému, viz kap. „zpracování specifikací pro údržbové nátěry“. První údržbový nátěr by měl být provedený, jakmile nátěr dosáhl stupně prorezavění Ri 3, podle ČSN EN ISO 4628–3.

**Tabulka 17 Hodnocení stupně životnosti nátěrového systému.**

Klasifikace	Hodnocení	Charakteristika
L	nízká	2 až 5 let
M	střední	5 až 15 let
H	vysoká	více než 15 let

Takto stanovená životnost není „záruční doba“. Životnost je technický údaj, který má pomocí vlastníkovu zařízení sestavit plán údržby a péče o zařízení. Záruční doba je předmětem smluvních ustanovení.

Přehledem nátěrových systémů, včetně postupů pro volbu vhodného nátěrového systému se zabývá norma ČSN EN ISO 12944–5.

**Tabulka 18 Příklady nátěrových systémů**

Slučitelnost vrchních nátěrů se základním nátěrem v nátěrových systémech <sup>1)</sup>								
základní nátěr (typ pojiva)	vrchní nátěr (typ pojiva)							
	alkyd	chlor-kaučuk	vinyl-PVC	alkyd	epoxid <sup>2)</sup>	polyuretan	Zn silikát	bitumen
alkyd	+	(+)	(+)	(+)	-	-	-	+
polyvinylbutyral	+	+	+	+	(+)	(+)	-	+
epoxid	(+)	+	+	+	+	(+)	-	+
epoxid se Zn pigm.	-	+	+	+	+	(+)	-	+
Zn silikát	-	+	+	+	+	+	-	+

+ slučuje se, (+) slučitelnost musí být doporučena výrobcem nebo ověřena, - neslučuje se, <sup>1)</sup> formulace nátěrových hmot jsou různé, doporučuje se ověřit u výrobce, <sup>2)</sup> včetně kombinací epoxidů, např. epoxydeht

### Laboratorní zkušební metody

Smyslem laboratorního zkoušení nátěrových systémů je ověření jejich schopností odolávat koroznímu prostředí, ve kterém se daný systém bude nacházet. Nátěrové systémy nanesené na předepsaný vzorek se vystaví působení korozního prostředí ve smyslu zrychleného procesu. Poté se provede patřičné vyhodnocení. Celý postup jak pracovat při laboratorním zkoušení je popsán v ČSN EN ISO 12944–6.

Dlouhodobé ověřování vhodnosti jednotlivých nátěrových systémů pro různé korozní prostředí a různé způsoby zatěžování nátěrového systému jsou vypsány v tabulce č. 19.

**Tabulka 19 Obecné vlastnosti různých nátěrových hmot**

Použitelnost A = dobrá B = omezená C = špatná D = nerelevantní	Poly(vinylchlorid)	chlorokaučuk	Alkylátová pryskyřice	Alkydová pryskyřice	Polyurethan, aromatický	Polyurethan, alifatický	Zinkethylsilikát	Epoxidová pryskyřice	Kombi. epoxidových pryskyřic
	(PVC)	(CR)	(AY)	(AK)	(PUR, aromatický)	(PUR, alifatický)	(ESI)	(EP)	(EPC)
Stálost lesku	B	B	B	B	C	A	D	C	C
Stálost barvy	B	B	A	B	C	A	D	C	C



Odolnost vůči chemikáliím Ponor do vody	B	A	B	C	B	C	B	A	A
Děšť/ kondenzace	A	A	A	B	A	B	A	A	A
Rozpouštědla	C	C	C	B	A	B	A	A	B
Rozpouštědla (postřik)	C	C	C	A	A	A	A	A	A
Kyseliny	B	A	B	B	A	B	C	B	A
Kyselina (postřik)	A	A	B	B	A	A	C	A	A
Zásady	B	B	B	B	B	B	C	A	A
Zásady (postřik)	A	A	B	B	A	A	C	A	A
Odolnost proti such. Do 70 °C	C	C	B	A	A	A	A	A	A
70 °C až 120 °C	D	D	B	A	A	A	A	A	B
120 °C až 150 °C	D	D	B	C	B	C	A	B	B
>150 °C ale <400 °C	D	D	D	D	D	D	A	D	D
Fyzikální vlastnosti									
Odolnost proti oděru	C	C	C	B	A	A	A	A	B
Odolnost proti úderu	B	B	B	B	A	B	B	A	B
Ohebnost	A	A	A	B	B	C	C	B	B
Tvrdost	B	B	B	A	A	A	A	A	A

### Provádění a dozor při zhotovování nátěrů

#### Klasifikace

Dodavatele (díla) vyhotovující nátěrové systémy na ocelové konstrukce, musí mít požadované vybavení jak technické, tak personální. Dodavatel provádějící práce, které vyžadují určitý stupeň odbornosti, musí mít požadované oprávnění (certifikaci) tyto práce provádět. Všechny standardy, které má dodavatel vypracovány, musí být v souladu s obecnými standardy. Každý technologický krok musí být popsán. Dodavatel musí být schopen prokázat požadovanou úroveň kvality pro všechny operace.

#### Stav podkladu

Všechny fáze zhotovování údržbového nátěrového systému (nátěru obecně) musí být vypracovány podle vypracované dokumentace. Způsoby přípravy podkladu jsou vypracovány v normě ČSN EN ISO 12944-4. Hodnotí se zejména čistota povrchu (přítomnost mechanických nečistot, přítomnost chemických nečistot). Určení četnosti hodnocení a míst hodnocení jsou součástí dohody mezi zainteresovanými stranami.

### **Dozor při provádění nátěrů**

Při aplikaci a v jejím průběhu musí být nátěrové hmoty přezkoumány, zda:

- souhlasí obsah obalu a popisem specifikovaného produktu
- není na povrchu škraloup
- nejsou přítomné nerozmíchatelné usazeniny
- jsou použitelné za daných místních podmínek

Dozor musí být prováděn náležitě kvalifikovanými a zkušenými osobami. Mezi základní kontrolní úkony patří kontrola tloušťky jednotlivých vrstev nátěrů, kontrola předepsaných časových úseků mezi jednotlivými vrstvami, zvýšená kontrola rizikových míst (svarové spoje, šroubové spoje, hrany, ...), kontrola dodržování podmínek (vlhkost, teplota, intenzity větru, ...) při aplikaci nátěrového systému, kontrola způsobu nanášení a kontrola dodržování bezpečnostních a hygienických ustanovení.

### **Kontrolní plochy**

Kontrolní plochy jsou místa vhodně zvolená na konstrukci, která jsou určena k hodnocení stanovených kritérií jakosti nátěrů. Všechny kontrolní plochy musí být přesně zdokumentovány a musí být na povrchu konstrukce trvale označeny. Pokud se nový nátěr neprovádí na celé konstrukci, je třeba jasně označit, které kontrolní plochy jsou přiřazeny starému nátěru a které novému. Norma ČSN EN ISO 12944–7 mimo jiné ve své příloze A uvádí počty kontrolních ploch v závislosti na velikost celkové natírané ploše.

## **6.9. Hodnocení a analýzy kritických míst úvodního projektu TPM**

Systém řízení podle skutečného stavu předpokládá zásah údržby těsně před poruchou (k poruše nedojde), proto při zavádění systému dochází k sladování všech činností tak, aby byl zásah údržby proveden v pravý čas. Je proto nutné provádět hodnocení a analýzy. Hodnocení musí probíhat v pravidelných intervalech podle charakteru a četnosti poruch. Hodnotí se vždy zařízení jako celek. Prvním krokem při hodnocení je třídění prostojů, kontrola plnění výrobního plánu a kontrola plnění plánovaných preventivních prohlídek a opravárenských prací. Dalším krokem je analýza poruch:

- Určení kritického místa pásového dopravníku podle pravidla 80% poruch způsobí 20% příčin

- Určení příčin poruch
- Stanovení vlivu kritického místa na řízení podle skutečného stavu PD a zásad TPM
- Návrh na eliminaci poruch kritického místa
- Plánování náhradních dílů
- Stanovení náročnosti oprav kritického místa
- Posouzení možností údržby na provádění oprav kritického místa
- Vypracování metodiky při provádění oprav

V poslední fázi je kritické místo po zavedených změnách sledováno. Provedené změny jsou znova hodnoceny.

## **7. Závěr**

Cílem diplomové práce bylo implementovat nové trendy v řízení údržby průmyslového podniku do podnikového systému řízení. Začlenit a provázat systém řízení údržby se systémem řízení výroby. Z důvodů různorodosti technologických celků a různorodosti údržbářských prací je v této práci vybrán jeden reprezentační technologický celek a implementace je navržena modelově. Jako modelový technologický celek byl vybrán pásový dopravník gumový (PD). PD svým charakterem dostatečně prezentuje problematiku při vytváření systému řízení údržby.

Hlavním cílem při modelování systému údržby bylo, aby byla údržba prováděna podle skutečného stavu a dle zásad totálně produktivní údržby (TPM). V úvodu praktické části byl navržen pilotní projekt, který prezentuje první a zároveň zásadní změny v řízení údržby PD. Úvodní projekt byl shrnut do sedmi kroků. Provádění jednotlivých kroků bylo stanoveno v tomto pořadí:

- 1) Tvorba a zavedení datové základny jako nástroj pro operativní řízení v reálném čase.
- 2) Návrh na zavedení systému technické diagnostiky u vybraných prvků PD pro potřeby stanovování skutečného stavu vybraných prvků PD a provádění prognóz zbytkové životnosti.

- 3) Návrh na zavedení systému autonomní údržby jako nástroj TPM. Přenechání rutinní činnosti operátorům a zapojení operátorů do systému péče o strojní zařízení.
- 4) Vytvoření a definování revizní a kontrolní činnosti jako nástroj pro vytváření životopisu vybraného zařízení.
- 5) Další bod úvodního projektu je věnován změnám jako nástroji preventivní údržby a nástroji pro eliminaci poruch odstraněním příčin.
- 6) Šestý bod projektu je věnován tvorbě metodiky pracovních postupů při zajišťování provozuschopnosti PD jako nástroj pro sladování a sjednocování činnosti údržby.
- 7) V posledním bodě projektu je navržena metodika pro hodnocení celého úvodního projektu a eliminaci kritických míst PD.

Po zavedení funkčního systému řízení údržby u PD může být tento modelový projekt využit pro výuku a výcvik personálu v rámci implementace nových přístupů v řízení údržby celého podniku.

Navržené změny se neobejdou bez finančních investic. Investice jsou potřeba zejména při realizaci informačních technologií potřebných pro řízení v reálném čase a realizaci prostředků potřebných pro stanovování diagnóz a prognóz vybraných prvků PD. Ze zkušenosti předních světových firem jsou tyto investice opodstatněné a mají svou návratnost.

Důležitost prezentovaného systému totálně produktivní údržby lze uvést na jednom příkladu: Aglomerát (aglomerát je surovina pro vysoké pece) se např. v Třineckých železárnách a.s. vyrábí ve dvou aglomeracích na celkem čtyřech spékacích pásích. Výrobní kapacita aglomerací je 2,7 mil. tun aglomerátu ročně [25]. Hodinová průměrná produkce jedné aglomerace činí tedy 308,2 t/h aglomerátu. Pásový dopravník musí dopravit k spékacím pásům průměrně 308,2 t/h materiálu. V systému péče o pásový dopravník bez technické diagnostiky nelze objektivně stanovit životnost např. elektromotoru pohonu PD. Elektromotor je tedy provozován do vzniku poruchy. Odstranění poruchy většinou zahrnuje výměnu elektromotoru (vznik zkratu) za nový či opravený. Nový třífázový elektromotor o výkonu 55 kW představuje investici cca 60 000

Kč a oprava, která představuje nové navinutí elektromotoru, představuje investici cca 80% ceny nového elektromotoru. Výměna elektromotoru (odstranění poruchy) bez komplikací může činit 4h. Obnovení provozu pásového dopravníku a přísunu materiálu pro aglomeraci tedy čítá investice cca 70 000 Kč a ztrátu ve výrobě cca 1232,8 t aglomerátu. V systému údržby, který je v této práci popsán lze takovýmto poruchám zabránit a výrazně tak snížit neplánované odstávky a zároveň zvýšit produkci výroby.

Je pravdou, že tato diplomová práce se problematikou řízení údržby podle skutečného stavu a dle zásad TPM dotkla pouze z části. Každé zařízení a každý jednotlivý prvek zařízení vyžaduje individuální přístup a jedinečné řešení při zajišťování provozuschopnosti, proto chceme v závěru zdůraznit nutnost navázat na úvodní projekt a pokračovat ve vytváření moderního systému řízení (nejen) údržby. Apelujeme na nutnost pochopit potřebu systematického, nikdy nekončícího procesu při hledání tzv. **technicko-ekonomického optima**.

## 8. Přílohy

## 9. Seznam použitých pramenů

- [1] NOVÁK, J.: *Organizace a řízení*. Ostrava, 2006, 1.vydání, 105 s., ISBN 80-248-1223-1
- [2] NOVÁK, J.: *Datová základna pro údržbu, montáže a další pomocné a obslužné práce: soubor základních technologických postupů*. Ostrava, 2004.
- [3] NOVÁK, J., ŠAJDLEROVÁ I.: *Řízení strojírenských podniků*. Ostrava, 2002, ISBN 80-248-0101-9
- [4] KAVAN, M. *Výrobní a provozní management*. Grada Publishing, 2002, 421s. ISBN 80-247-0199-5.
- [5] HELEBRANT, F., *Technická diagnostika a spolehlivost. IV, Provoz a údržba strojů* Ostrava, 2008, 127 s., ISBN 978-80-248-1690-6
- [6] VDOLEČEK, F., *Technická diagnostika v systému údržby* [cit. 2010-03-15], Dostupné z WWW:<<http://www.odbornecasopisy.cz/pdfclick.php?id=37313>>
- [7] KRT, K., POLÍVKA, E., MATĚJČEK, P., *Provozoschopnost a údržba strojírenského podniku*, LNTL Praha, 1988, 280 s.,
- [8] HELEBRANT, F., *Konstrukce velkostrojů a jejich spolehlivost. II. díl, Provozní spolehlivost*, Ostrava : Montanex, 2004, 89 s., ISBN 80-7225-149-X
- [9] MAXIMO, [cit. 2010-3-12], Dostupné z WWW:  
<<http://www.maximo.cz/maximo/index.php?index=menu/system.php>>
- [10] FUCHS, P., *Přehled norem se vztahem ke spolehlivosti využívaných pro energetiku*, [cit. 2010-03-20], Dostupné z WWW:  
<[http://www.ptse.fs.cvut.cz/3konference/prezentace/Spolehlivost\\_normy.doc](http://www.ptse.fs.cvut.cz/3konference/prezentace/Spolehlivost_normy.doc)>
- [11] ADAMEC, J., ADÁMEK. W., *Kontrolní a diagnostické systémy I - 1. vyd.*, Ostrava, 1996, 92 s., ISBN 80-7078-305-2
- [12] POLÁK, J. a kol., *Dopravní a manipulační zařízení II, 1. vyd.*, Ostrava, 2003, 104 s., ISBN 80-248-0493-X
- [13] NOVÁK, J., *Výzkum v oblasti nástrojů řízení údržby, Sborník semináře, Řízení strojírenských podniků*, 2001, s. 11-19, ISBN 80-7078-891-7

- 
- [14] KEMKA, V., *Stavba a provoz strojů : stroje a zařízení : pro SPŠ strojní*, vyd. 1., Praha : Informatorium, 2009, 281 s., ISBN 978-80-7333-075-0
- [15] ŠTÁVA, P., PAVLOK, B., *Mazací technika*, 1. vyd., Ostrava, 2006, 72 s., ISBN 80-248-1000-X
- [16] Materiály fa. SKF Ložiska a.s. *Mazání plastickým mazivem*, [cit. 2010-03-20] Dostupné z WWW: <[http://www.skf.com/portal/skf\\_cz/home](http://www.skf.com/portal/skf_cz/home)>
- [17] Materiály fa. VENDIG AB, [cit. 2010-03-25] Dostupné z WWW: <<http://www.vendig.se>>
- [18] Materiály fa. ZAM-SERVIS s.r.o., [cit. 2010-03-10] Dostupné z WWW: <<http://www.zam.cz>>
- [19] Materiály fa. Martin Engineering Company, [cit. 2010-03-25] Dostupné z WWW: <<http://www.martin-eng.com>>
- [20] Materiály fa. VVV MOST spol. s r. o., [cit. 2010-04-07] Dostupné z WWW: <<http://www.vvvmost.cz/pristroj-pro-mereni-tloustky>>
- [21] Materiály fa. Tranza a.s., [cit. 2010-04-07] Dostupné z WWW: <<http://www.tranza.cz/cs>>
- [22] Materiály fa. RULLI RULMECA S.P.A, [cit. 2010-02-09] Dostupné z WWW: <<http://www.rulmeca.com>>
- [23] KUBÁTOVÁ H. a kolektiv/ *Nátěry kovů. - 1. vyd.. - Praha : Grada Publishing*, 2000, 101 s., ISBN 80-247-9035-1
- [25] ZIEGLER, J., *Údržba zařízení - 1. vyd..*, Ostrava, Vysoká škola báňská, 1993, 272, vi s., ISBN 80-7078-158-0
- [24] Normy:
- ČSN EN ISO 2409 (673085) Nátěrové hmoty-Mřížková zkouška
  - ČSN EN ISO 4624 (673077) Nátěrové hmoty-Odtrhová zkouška přilnavosti
  - ČSN EN ISO 4628-1 až 10 (673071) Nátěrové hmoty-Hodnocení degradace nátěrů-Klasifikace množství a velikosti defektů a intenzity jednotných změn vzhledu.

- ČSN EN ISO 8501–1 až 3 (038221) Příprava ocelových povrchů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků-Vizuální vyhodnocení čistoty povrchu.
- ČSN EN ISO 8504–1 až 3 (038224) Příprava ocelových podkladů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků.
- ČSN EN ISO 12944–1 až 8 (038241) Nátěrové hmoty-Protikorozi ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy.

[25] Materiály fa. TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s. [cit. 2010–04-21] Dostupné z WWW: <<http://www.trz.cz/vyrd/03403625961754A4C125703C00411192>>

## Seznam tabulek

Tabulka 1 Hmotnost mazacího tuku .....	55
Tabulka 2 Mazací plán .....	56
Tabulka 3 Klasifikace technického stavu objektu .....	66
Tabulka 4 Klasifikace množství defektů .....	79
Tabulka 5 Klasifikace velikosti defektů .....	79
Tabulka 6 Klasifikace intenzity změn .....	79
Tabulka 7 Stupeň prorezavění a plocha s výskytem rzi .....	80
Tabulka 8 Číselné schéma pro klasifikaci množství prasklin .....	81
Tabulka 9 Klasifikace rozsahu odlupování .....	81
Tabulka 10 Klasifikace velikosti ploch vykazující odlupování .....	81
Tabulka 11 Klasifikace korozní agresivity .....	83
Tabulka 12 Stupně korozní agresivity atmosféry a příklady typických prostředí .....	84
Tabulka 13 Kategorie vody a půdy .....	84
Tabulka 14 Stupně otryskání .....	85
Tabulka 15 Stupně ručního a mechanizovaného čištění .....	85
Tabulka 16 Příпустné množství síranů a chloridů na natíraném kovovém povrchu v mg/m <sup>2</sup> .....	86
Tabulka 17 Hodnocení stupně životnosti nátěrového systému .....	86
Tabulka 18 Příklady nátěrových systémů .....	87
Tabulka 19 Obecné vlastnosti různých nátěrových hmot .....	87



## Seznam obrázků

Obrázek 1 Historický vývoj systémů údržby [5].....	11
Obrázek 2 Systém údržby po poruše [6].....	12
Obrázek 3 Systém preventivní údržby [6] .....	13
Obrázek 4 Systém diagnostické údržby [6] .....	14
Obrázek 5 Životnost objektu.....	16
Obrázek 6 Schéma toku informací a jejich intenzita .....	17
Obrázek 7 TPM-MPM (Multiprocessing Maintenance. Údržba jako multiproces) [8].....	29
Obrázek 8 Průběh pravděpodobnosti bezporuchového stavu [11] .....	35
Obrázek 9 Systémový přístup k řízení údržby .....	39
Obrázek 10 Stabilní úklonný pásový dopravník [12] .....	46
Obrázek 11 Schéma informačního systému v systému TPM.....	49
Obrázek 12 Rozdělení PD na části [14].....	53
Obrázek 13 Vizualizace hodnocení dodržování standardu čištění .....	54
Obrázek 14 Vizualizace hodnocení dodržování standardu čištění .....	54
Obrázek 15 Stanovení intervalu domazávání [16] .....	56
Obrázek 16 Evidence technického stavu zařízení (hlášení abnormalit do IT) .....	58
Obrázek 17 Karta abnormality v IT.....	58
Obrázek 18 Postup při autonomní kontrole PD operátorem .....	60
Obrázek 19 Způsob seřizování optimální stopy pásu PD .....	61
Obrázek 20 Ukázka bočního vedení pásu PD .....	62
Obrázek 21 Postup při provádění revizí a evidence revizní činnosti.....	67
Obrázek 22 Hlídač [17] .....	69
Obrázek 23 Samoregulační válečková stolice horní větve [21] .....	69
Obrázek 24 Samoregulační válečková stolice spodní větve [21] .....	70
Obrázek 25 Hlídač závalu UMV – 1 [18].....	70
Obrázek 26 Sfkouávání násypky (výsypky) stlačeným vzduchem [19] .....	71
Obrázek 27 Typy stíračů [17] .....	72
Obrázek 28 a) dopadové lože [19], b) dopadový váleček [21].....	74
Obrázek 29 Systém několika ucpávek za sebou [22].....	74

## **Seznam příloh**

Příloha 1 Seznam a popis revizní činnosti

Příloha 2 Návrh formuláře pro hodnocení autonomní údržby

Příloha 3 Návrh protokolu pro čištění PD, Plán čistoty

Příloha 4 Návrh karty pro hlášení abnormalit